14724 /B

Mangrove Plants I

142

N. III. v
13

Boscawen C

46527

NOUVELLES EXPÉRIENCES

SUR LA RÉSISTANCE DES FLUIDES;

Par MM. D'ALEMBERT, le Marquis DE CONDORCET, & l'Abbé BOSSUT, Membres de l'Académie Royale des Sciences, &c.

M. l'Abbé BOSSUT, *Rapporteur.*

A PARIS, rue Dauphine,

Chez CLAUDE-ANTOINE JOMBERT, Fils ainé, Libraire du Roi pour le Génie & l'Artillerie.

M. DCC. LXXVII.

Avec Approbation & Privilége du Roi.

WELLCOME
HISTORICAL
MEDICAL
LIBRARY

AVERTISSEMENT.

L'Ouvrage ſuivant a été lu d'abord par extrait, à l'Aſſemblée publique de l'Académie Royale des Sciences, du 17 Avril 1776 ; enſuite il a été lu en détail, du moins pour la plus grande partie, dans nos Aſſemblées particulières de la même année. Il étoit donc deſtiné à paroître dans le Recueil des Mémoires de l'Académie ; mais comme il y auroit occupé trop de place, on a cru devoir le publier ſéparément.

NOUVELLES

NOUVELLES EXPÉRIENCES

SUR LA RÉSISTANCE DES FLUIDES.

DISCOURS PRÉLIMINAIRE.

LA recherche de l'impulſion d'un fluide en mouvement contre un plan, ou de la réſiſtance qu'éprouve un corps ſolide qui diviſe un fluide, eſt peut-être le plus important Problême de l'Hydrodynamique, ſoit par ſa difficulté, ſoit par ſes applications à l'architecture navale, à la conſtruction des digues, à celle des machines hydrauliques, &c.

Auſſi les Géomètres ont-ils tenté tous les moyens de le réſoudre. Quelques-unes des ſolutions qu'ils en ont données, ont l'avantage d'être fort ſimples, & de n'exiger que des calculs faciles à exécuter ; mais elles ne repréſentent qu'imparfaitement l'action & la réaction réciproque du fluide & du corps flottant. D'autres ſont fondées plus immédiatement ſur les propriétés des fluides ; mais elles menent à des formules compliquées, difficiles à traduire en nombres, & par-là abſolument inutiles à la pratique. On eſt donc forcé, en admirant la ſagacité des Géomètres qui ont travaillé ſur cette matière, d'avouer qu'elle a beſoin d'être diſcutée encore, ſi on veut en tirer des réſultats qui puiſſent s'appliquer à l'utilité publique.

M. Turgot, Contrôleur général des Finances, nous ayant chargés, au commencement de l'année 1775, M. d'Alembert, M. le Marquis de Condorcet & moi, d'examiner les moyens de perfectionner la navigation dans l'intérieur du Royaume, nous regardâmes le Problême de la réſiſtance des fluides comme le premier & le principal objet de nos recherches. Avant d'y appliquer la Géo-

métrie & le calcul, nous crûmes devoir conſulter l'expérience, ſoit pour vérifier les éléments des théories déja connues à ce ſujet, ſoit pour nous procurer des données qui puſſent ſervir de baſe à une nouvelle ſolution. Tel fut en particulier l'avis de M. d'Alembert ; avis d'autant plus fait pour entraîner, indépendamment de toute conſidération étrangère, que l'Auteur a réſolu le Problême dont il s'agit par une méthode analytique, neuve & directe, qui ne laiſſeroit rien à deſirer, ſi l'on pouvoit intégrer en rigueur, ou par des ſéries convergentes, les équations auxquelles il eſt parvenu. M. Turgot, qui aime véritablement les Sciences, & qui les a lui-même cultivées avec diſtinction au milieu des occupations attachées aux grandes places qu'il a remplies, approuva le plan de notre travail; & il nous accorda des fonds pour faire les expériences dont nous avions beſoin. Ces expériences ont été exécutées l'année dernière, pendant les mois de Juillet, Août & Septembre, ſur une grande pièce d'eau ſituée dans l'enceinte de l'Ecole Militaire. La plupart des ſavants Profeſſeurs de Mathématiques, que cette Ecole poſſédoit alors, nous

ont ſecondés * avec tout le zele & l'intérêt que pouvoient inſpirer l'amitié qui nous unit réciproquement, & l'envie de concourir au progrès de l'Hydrodynamique.

L'art d'interroger la nature par la voye de l'expérience eſt très-délicat. Envain raſſemblerez-vous des faits, ſi ces faits n'ont entr'eux aucune liaiſon ; s'ils ſe préſentent ſous une forme équivoque ; ſi lorſqu'ils ſont produits par différentes cauſes, vous êtes dans l'impuiſſance d'aſſigner & de ſéparer, avec une certaine préciſion, les effets particuliers de chacune de ces cauſes. Tous les jours on entend répéter qu'une théorie qui n'eſt pas vérifiée immédiatement par l'expérience, ne peut être d'aucun uſage dans la pratique ; que les expériences doivent être faites en grand ; que les expériences en petit n'apprennent rien, &c. Mais la plupart de ceux qui étalent avec confiance ces maximes, vraies à pluſieurs égards, ſeroient bien embarraſſés ſi on leur propoſoit de déterminer, dans un ſujet donné, le choix des expériences néceſſaires

* MM. Antelmy, Dez, Grou, Libour, Boizot, le Gendre, Monge, de Maritan, &c.

ou utiles, & de fixer les dimenſions ſur leſquelles il convient de les exécuter. Ces connoiſſances préliminaires & indiſpenſables ne peuvent s'acquérir que par un examen théorique & approfondi de la queſtion. N'attendez rien du praticien borné & dépourvu de principes ; conduit par une routine aveugle, il vous montrera, ſouvent hors de néceſſité & peut-être ſans s'en appercevoir, le même fait ſous différentes faces ; ou il aſſemblera au haſard pluſieurs faits dont il ne ſaura pas expliquer les différences. Il n'exiſte point de ſcience ſans raiſonnement, ou, ce qui eſt la même choſe, ſans théorie.

La ſimple réflexion ſuffit pour faire voir que dans les matières de Phyſique, où l'on cherche ſeulement à découvrir la marche générale d'un phénomène ſans la vouloir ſoumettre à la préciſion du calcul, les expériences doivent être faites auſſi en grand qu'il eſt poſſible. Mais veut-on obtenir des réſultats précis & deſtinés à jetter les fondements d'une théorie ? les expériences fort en grand n'ont plus le même avantage. Preſque jamais elles ne peuvent être aſſez exactes, aſſez répétées, aſſez variées, pour faire diſparoître

les différences ſenſibles qui ſe trouvent entre pluſieurs obſervations ſemblables. On employeroit donc, ſuivant ce ſyſtême, bien du tems, de la peine, & de la dépenſe pour trouver un petit nombre de faits ſur leſquels on pût véritablement compter. Les expériences trop en petit pèchent par un autre excès qui eſt encore plus vicieux. Elles exténuent & dénaturent les effets ; elles en confondent les éléments, & le calcul n'y trouve plus d'appui pour remonter aux cauſes. Entre ces deux écueils, il y a un milieu à prendre. Opérer aſſez en grand pour rendre les effets diſtincts, ſans ſortir des bornes compatibles avec la préciſion : voilà le principe qui doit diriger les expériences auxquelles on veut appliquer la Géométrie. J'ai tâché autrefois d'obſerver cette règle dans la partie expérimentale de mon Hydrodynamique. Elle a ſervi également de baſe à nos expériences ſur la réſiſtance des fluides.

Ce ſujet préſentoit deux queſtions à examiner. La réſiſtance des fluides indéfinis en étendue, & la réſiſtance des fluides dans des canaux étroits. On peut rapporter à la première claſſe de réſiſtance, celle qu'éprouvent

les vaiſſeaux en mer, ou les bateaux flottants ſur des rivières larges & profondes. La ſeconde eſpèce de réſiſtance ſe fait ſentir ſur les rivières qui ont peu de profondeur ou de largeur, & ſur les canaux de navigation auxquels les circonſtances permettent rarement de donner toute l'amplitude dont ils auroient beſoin pour faciliter le paſſage des bateaux, & pour économiſer la force mouvante.

On a fait depuis long-tems des expériences exactes & curieuſes ſur la réſiſtance des fluides indéfinis. M. le Chevalier de Borda a déterminé la réſiſtance de l'air par le moyen d'un volant qui portoit à ſes extrémités des palettes de différentes grandeurs, & qui tournoit en vertu d'un poids. Il a enſuite employé le même méchaniſme & d'autres moyens ingénieux pour déterminer la réſiſtance de l'eau. Toutes ces expériences ſont accompagnées de remarques très-importantes ſur la théorie de la réſiſtance des fluides. (Voyez les Mémoires de l'Académie, ann. 1763, pag. 358, & ann. 1767, pag. 495). On apprend auſſi dans un beau Mémoire de M. de Marguerie, imprimé parmi ceux de l'Académie de Marine, que M. Thevenard a exécuté à l'Orient

pluſieurs expériences ſur la réſiſtance de l'eau indéfinie ; & même M. de Marguerie en rapporte quelques-unes auxquelles il applique la théorie.

L'examen de la réſiſtance des fluides dans des canaux étroits, doit être regardé comme nouveau. Car nous ne connoiſſons en ce genre que les expériences * par leſquelles M. Franklin a cherché à s'aſſurer ſi les Bateliers ont raiſon, lorſqu'ils diſent qu'ils éprouvent d'autant plus de peine à mouvoir leurs bateaux, que les eaux d'une rivière ſont plus baſſes; & ces expériences, quoique bonnes en elles-mêmes, ne ſont pas à beaucoup près ſuffiſantes pour éclaircir la matière dont il s'agit. En effet, M. Franklin s'eſt contenté de faire faire quelques courſes à un petit bateau de la longueur de 6 pouces ſur 2 pouces $\frac{1}{4}$ de largeur, & autant de hauteur, dans un canal qui avoit 5 à 6 pouces de largeur, ſur 14 pieds de longueur, & ſur une profondeur d'eau qui varioit au moyen d'une planche horiſontale, placée ſucceſſivement à différentes diſtances du fond du canal. De

* Œuvres de Franklin, tom. 2, pag. 237.

plus, il raconte lui-même que n'ayant point de montre à ſecondes pour meſurer avec préciſion le tems que le bateau employoit à parcourir l'auge, il comptoit, le plus vîte qu'il pouvoit, la ſuite des nombres depuis un juſqu'à dix, & qu'il marquoit les dixaines avec ſes doigts; mais qu'afin de corriger les petites inégalités inévitables dans les viteſſes des comptes, il a répété pluſieurs fois l'expérience à chacune des différentes profondeurs de l'eau, pour prendre le terme moyen. C'eſt ainſi qu'il a trouvé que l'aſſertion des Bateliers eſt vraie en effet: mais voilà tout ce qu'on peut conclure en gros de ces expériences qui ne ſont nullement propres à faire connoître la meſure préciſe de la réſiſtance de l'eau dans un canal étroit, ni le rapport de cette réſiſtance avec celle qu'on éprouve dans les fluides indéfinis.

Notre travail embraſſe les deux ſortes de réſiſtances: nous les avons déterminées par des moyens ſemblables, & dans la grandeur qui a paru la plus avantageuſe. Par-là nous nous ſommes mis en état de les comparer d'une manière directe & sûre, ſans rien em-

prunter des Auteurs qui nous ont précédés sur quelques points. Commençons par rapporter en détail nos expériences ; enſuite nous en comparerons les réſultats avec ceux de la théorie.

CHAPITRE PREMIER.

Préparation aux Expériences.

1. QU'UN fluide qui ſe meut uniformément, aille choquer un corps en repos, ou qu'un corps ſe meuve uniformément dans un fluide en repos : l'impulſion réſultante contre le corps eſt la même dans les deux cas. En effet, pour ramener le premier au ſecond, il ne faut que ſuppoſer le fluide en repos, & attribuer en ſens contraire ſon mouvement au corps : & réciproquement. Ainſi toutes les expériences qui regardent l'impulſion ou la réſiſtance des fluides, peuvent ſe réduire à faire mouvoir dans un fluide en repos un corps de figure donnée, au moyen d'un poids ou de toute autre force connue, & à déterminer le tems que ce corps employe à parcourir un eſpace donné.

2. NOUS avons ſuivi cette méthode dans nos expériences. On a fait courir ſucceſſivement ſur l'eau pluſieurs bateaux ou vaiſſeaux de différentes formes, que nous ferons connoître en détail ; & on a meſuré les tems de leurs mouvements, par le moyen d'une excellente pendule à demi-ſecondes, de la façon du ſieur le Paute.

3. LA Figure 1 de la Planche I repréſente en Planc. I.

perſpective le baſſin & l'appareil général des expériences ſur le fluide indéfini ; la Figure de la Planche II, montre le plan ou la coupe horizontale des mêmes objets. On voit que le baſſin eſt un peu irrégulier d'un côté, & que de l'autre, il a la forme d'un parallélépipède. Il eſt revêtu en pierres tant aux parois qu'au fond. Il a environ 100 pieds de longueur, & 53 pieds de largeur dans ſon milieu. La profondeur du baſſin n'eſt pas la même par-tout. La plus grande hauteur de l'eau, qui ſe trouve dans le voiſinage du côté *AB*, peut aller à 6 pieds $\frac{1}{2}$.

Planc. II.

Planc. I. Fig. 1.

4. DANS la Figure 1 (Planc. I), *MN* eſt un mât planté verticalement ſur l'un des deux petits bords du baſſin ; il a environ 76 pieds de hauteur hors de terre.

EF eſt un bâtis de charpente, compoſé de deux montants & d'une traverſe horizontale, amovible. Les faces intérieures & verticales des deux montants, ont chacune une rainure pour recevoir un chaſſis de fer qui porte une poulie verticale *S* de cuivre, parfaitement mobile ſur ſes pivots, & qu'on fait monter ou deſcendre à volonté le long des deux rainures propoſées. De plus une vis *G* ſert à donner, dans le beſoin, de petits mouvements de haut en bas, ou de bas en haut, à la poulie, ſans qu'on ſoit obligé de faire changer de place au chaſſis.

Fig. 2, 3, 4.

On voit (Fig. 2) la coupe verticale du bâtis de charpente & du chaſſis de la poulie, dans le ſens de la longueur du baſſin ; & (Fig. 3) la coupe horizon-

tale des mêmes objets. La Figure 4 repréſente l'élévation ou la coupe verticale de la poulie & du chaſſis qui la porte, par un plan perpendiculaire à celui de la Figure 2.

5. PRÈS de l'extrémité ſupérieure du mât, eſt implantée horizontalement (Fig. 1) une barre de fer LR qui porte à ſon extrémité R, une poulie parfaitement ſemblable & égale en tout à la poulie inférieure. Pour garantir la poulie R des injures de la pluie ou du mauvais tems, on l'a couverte par une eſpèce de toit en fer-blanc, mobile à charnière, dans le ſens LR, ou dans le ſens oppoſé RL. Fig. 1.

On voit (Fig. 5) la coupe verticale de la barre de fer, de la poulie & de ſon toit. La Figure 6 repréſente la coupe horizontale des mêmes objets. Fig. 5, 6.

Chaque poulie a 5 pouces $\frac{1}{2}$ ligne de diamètre; & le diamètre de chaque tourillon eſt de 4 lignes $\frac{2}{3}$.

Le chaſſis de fer, les poulies & les différentes pièces qui leur appartiennent, ont été exécutés avec toute la juſteſſe poſſible, par le ſieur Lennel, Elève & Succeſſeur du ſieur Canivet, pour la conſtruction des inſtruments de Mathématiques.

6. LE bateau Z (Fig. 1) eſt tiré horizontalement dans le ſens HVS, au moyen d'un poids P attaché à un cordon de ſoye $HVSRPX$ qui paſſe ſur les deux poulies, & qui pend toujours depuis le poids juſqu'à terre, afin que les deux parties RS, RX de ce cordon ſe faſſent continuellement équilibre. Ce même cordon a environ 2 lignes $\frac{1}{6}$ de diamètre; & il peſe 28 onces, Fig. 1.

7 gros $\frac{1}{2}$, ſur 39 toiſes $\frac{1}{2}$ de longueur; ce qui fait un peu moins de 6 gros par toiſe.

Les deux points *H* & *S* du cordon ſont de niveau, c'eſt-à-dire, à même hauteur au-deſſus de la ſurface du fluide. La partie *HVS* du même cordon forme à la rigueur la courbe qu'on appelle *chaînette*; mais cette courbe eſt peu ſenſible dans toutes nos expériences. On peut la conſidérer comme une ligne droite horizontale; & ſuppoſer en conſéquence que la tenſion de la corde qui tire le bateau, & qui eſt égale au poids *P*, agit ſuivant une direction horizontale.

7. SUR le bord longitudinal *AB* du baſſin, à compter d'environ 5 pieds de la face *AK*, on a tracé une ligne 0—5—10—15 &c, diviſée en parties égales qui ſont chacune de 5 pieds. Aux points 0, 5, 10, 15, &c, de cette ligne, répondent ſur la paroi oppoſée du baſſin, les points 0, 5, 10, 15, &c, auſſi diſtants les uns des autres, de 5 pieds, & tellement ſitués qu'en menant les droites ponctuées 0—0, 5—5, 10—10, 15—15, &c, toutes ces lignes ſont perpendiculaires à la direction du bateau.

8. ON a planté ſur le bord *AB*, dans l'alignement de pluſieurs des droites 0—0, 5—5, 10—10, &c, des piquets un peu larges dans le ſens de ces lignes. Différents Obſervateurs placés à ces piquets, & bornoyant les points correſpondants 0 & 0, 5 & 5, 10 & 10, 15 & 15, &c, déterminent l'inſtant où le bateau, par ſon mouvement, répond à chacune des lignes 0—0, 5—5, 10—10, &c, en prêtant

l'oreille à la voix de celui qui compte hautement les oſcillations à demi-ſecondes de la pendule.

9. LE poids moteur étant au haut du mât, le bateau eſt diſtant de la droite o — o, où l'on ceſſe d'obſerver le mouvement, de 66 pieds, du moins à très-peu de choſe près; en ſorte que depuis le point de départ juſqu'à ſon arrivée à cette ligne, il parcourt réellement 66 pieds. Mais comme le mouvement s'accélère d'une manière ſenſible dans les commencements, nous n'avons pas obſervé les premiers degrés d'accélération; nous n'avons déterminé le mouvement que ſur les 50 pieds qui viennent ſe terminer à la ligne o — o. Ainſi le corps a déja parcouru 16 pieds, en partant de zero de viteſſe, lorſque nous commençons à comparer l'eſpace avec le tems. Nous faiſons cette comparaiſon ſur une longueur de 50 pieds; & nous déterminons non-ſeulement le tems total employé à parcourir cet eſpace, mais encore les tems particuliers employés à parcourir ſes parties égales ou inégales, ſuivant la poſition des piquets & des Obſervateurs.

10. LES points de diviſion 0, 5, 10, 15, &c, de la droite *ab*, vont en ſens contraire du mouvement du bateau. On a réellement employé ces points dans les expériences; mais pour plus de ſimplicité, nous imaginerons parallélement à *ab*, une droite *cd* ſur laquelle nous écrirons zero vis-à-vis du point 50 ſur *ab*, 5 vis-à-vis de 45, &c. Par-là, nous commencerons à compter le mouvement depuis le point zero juſqu'au point 50.

11. ON ne s'eſt pas aſſujetti à faire commencer le tems avec le mouvement. Outre que la choſe eût été embarraſſante, on ſent qu'elle eſt abſolument inutile; car en retranchant le nombre de demi-ſecondes, prononcé à l'inſtant où le bateau paſſe vis à-vis le point zero, du nombre de demi-ſecondes, prononcé à l'inſtant où il paſſe vis-à-vis d'un autre point, on a évidemment le tems employé à parcourir l'eſpace compris entre ces deux points. Ainſi on pourra faire répondre zero de tems à zero d'eſpace, comme nous l'avons pratiqué en effet, pour la plus grande clarté, dans la rédaction de nos expériences.

12. NOUS ne croyons pas non plus devoir rapporter ici ces expériences dans l'ordre où elles ont été faites, parce que cet ordre, déterminé dans la pratique par des raiſons de commodité & d'expédition, jetteroit de la confuſion dans le diſcours. Nous préférons maintenant l'ordre de la méthode, qui conduit d'une expérience à l'autre, en paſſant ſucceſſivement des cas les plus ſimples aux plus compoſés. C'eſt ainſi qu'après avoir déterminé la réſiſtance qu'éprouve une ſurface plane qui diviſe directement un fluide, ou qui le choque perpendiculairement, nous déterminerons les réſiſtances des ſurfaces angulaires.

Il n'y a aucune de nos expériences qui n'ait été répétée & vérifiée pluſieurs fois avec toute l'attention poſſible; nous avons pris un milieu entre celles qui différoient très-peu entr'elles, & que nous jugions d'ailleurs fort exactes; toutes les autres qui n'avoient pas ce caractère ont été rejettées. Dans les expériences conſervées,

conſervées, les différences des tems employés à parcourir 50 pieds, ſont ſouvent au-deſſous de 1 demi-ſeconde, & ne montent preſque jamais à 1 ſeconde.

13. LES vaiſſeaux qui ont couru ſucceſſivement ſeront diſtingués par différents numeros. On entendra toujours par cette expreſſion, *hauteur du plan de flottaiſon*, ou ſimplement, *hauteur de la flottaiſon*, la quantité dont le vaiſſeau eſt plongé dans l'eau ſuivant la verticale. Le fond ou la quille de chaque vaiſſeau eſt toujours de niveau ou parallèle au plan de flottaiſon.

On fait prendre au vaiſſeau la flottaiſon convenable, en le chargeant de corps peſants, tels que des bombes, des boulets de canon, des pierres, &c.

14. COMME il eſt preſque impoſſible dans la pratique, que la direction du cordon & celle de la force réſultante de toutes les réſiſtances demeurent conſtamment dans un même plan vertical, pendant que le bateau ſe meut; & que, ſi cette condition n'a pas lieu, le bateau ſerpentera en cheminant, & oſcillera autour d'un axe vertical paſſant par ſon centre de gravité: nous avons cherché à prévenir ou à ſuſpendre ces mouvements étrangers & nuiſibles à notre objet, en mettant un gouvernail à la poupe du vaiſſeau. Ce moyen a très-bien réuſſi pour les mouvements ſur le fluide indéfini; mais il a été trouvé inſuffiſant dans les canaux étroits, du moins lorſqu'il reſtoit très-peu d'eſpace entre les parois du canal & celles du bateau; & nous avons été obligés d'employer alors un

autre expédient que nous ferons connoître en ſon lieu.

Le gouvernail eſt, dans tous les cas, une planche mince, dont le plan vertical ne s'écarte jamais, au moins ſenſiblement, du plan vertical & longitudinal qui partage le vaiſſeau en deux parties égales & ſemblables. Nous verrons dans la ſuite que la réſiſtance qui provient du frottement de l'eau contre les parois latérales du vaiſſeau, contre le fond, & contre le gouvernail, peut être regardée comme nulle par rapport à la réſiſtance qu'éprouve la proue de chaque vaiſſeau.

Paſſons à la forme & aux dimenſions des vaiſſeaux dont nous nous ſommes ſervis. Voyez les Planches IV & V.

Pl. IV, V.

VAISSEAU N°. 1.

N°. 1.

15. CE vaiſſeau qui eſt, ſuivant ſa profondeur ou dimenſion verticale, un priſme droit, a pour baſe ou pour ſa coupe horizontale, un pentagone $ABCDE$, dont les côtés AE, BC ſont perpendiculaires à la face de la tête, ou à la proue AB, & dont la partie poſtérieure ou la poupe eſt un triangle iſoſcèle CDE. Le chaſſis de bois $CGFE$, qui eſt en l'air & ne trempe point dans l'eau, eſt deſtiné à ſoutenir le gouvernail, & à lui donner la direction convenable.

$AB = 1$ pied ; $AE = BC = mn = 4$ pieds ; $nD = 2$ pieds ; $DH = 4$ pieds 4 pouces ; profondeur du vaiſſeau $= 18$ pouces. Il eſt inutile d'avertir en général que la profondeur d'un vaiſſeau eſt plus grande que la quantité dont il trempe dans l'eau.

Nous prenons toujours ici & dans la ſuite, les meſures de dehors en dehors.

VAISSEAU N°. 2.

N°. 2. 16. CE vaiſſeau, priſmatique ſuivant ſa profondeur, a pour baſe ou coupe horizontale, un exagone *ABCLKE* dont les faces latérales *AE*, *BC* ſont perpendiculaires à la proue *AB*, & dont la poupe eſt le trapèze *CLKE*. Le chaſſis *CGFE*, extérieur à l'eau, ſoutient le gouvernail *DH*.

AB = 2 pieds ; *AE* = *BC* = *mn* = 4 pieds ; *nD* = 2 pieds ; *KL* = 1 pied ; *DH* = 4 pieds 4 pouces ; profondeur du vaiſſeau = 18 pouces.

VAISSEAU N°. 3.

N°. 3. 17. CE vaiſſeau eſt un parallélépipède rectangle, dont *AB* repréſente la proue, *EC* la poupe, *AE* & *BC* les faces latérales, *DH* le gouvernail, lequel eſt ſoutenu par un demi-cercle de fer *CFE* qui eſt hors de l'eau.

AB = 19 pouces 8 lignes ; *AE* = *BC* = *mD* = 6 pieds 1 pouce ; *DH* = 5 pieds ; profondeur du vaiſſeau = 19 pouces 8 lig.

VAISSEAU N°. 4.

N°. 4. 18. TRONÇON du précédent coupé perpendiculairement à ſa longueur. Il n'y a de différence que dans la longueur qui eſt ici de 2 pieds 1 pouce 9 lignes.

VAISSEAU N°. 5.

N°. 5. 19. AUTRE tronçon du n°. 3 coupé perpendiculairement à sa longueur. Ici la longueur est de 4 pieds.

VAISSEAU N°. 6.

N°. 6. 20. CE vaisseau est dans le sens de sa longueur, un prisme représenté en perspective par *AB* (Fig. A). Le rectangle *CDEF* (Fig. B) en est une section horizontale, faite à l'endroit le plus large. Le rectangle *IHGK* (Fig. C) est sa coupe verticale & longitudinale, qui le divise en deux parties égales & semblables. La Figure *LMN* (Fig. D) représente chacune des bases opposées du vaisseau, ou la coupe faite en un endroit quelconque, perpendiculairement à sa longueur.

Fig. A, B, C, D.

Longueur *CD* ou *HG* = 6 pieds; largeur *DE* ou *CF* ou *cf* = 19 pouces 8 lignes; profondeur *KG* ou *IH* ou *OM* = $19\frac{1}{2}$ pouces.

VAISSEAU N°. 7.

N°. 7. 21. CE vaisseau est le n°. 1, retourné de l'avant à l'arrière, en sorte que la poupe de celui-ci est maintenant la proue du n°. 7. Le chassis *CFGE* placé à la poupe, soutient le gouvernail à l'ordinaire.

AB = 1 pied; *QT* = 2 pieds.

VAISSEAUX N°s. 8, 9, 10, 11, 12.

Nos. 8, 9, 10, 11, 12. 22. TOUS ces vaisseaux sont le n°. 2, auquel on a

adapté des proues angulaires *ADB* dont les faces ſont verticales & égales, & qui ne différent que par leurs hauteurs *DQ*.

N°s. 8	*DQ* =	6 pouces.
9		12
10		18
11		24
12		30

VAISSEAUX N°s. 13, 14.

23. CES deux vaiſſeaux ne ſont autre choſe que le n°. 3, auquel on a adapté ſucceſſivement deux proues angulaires *ADB* qui différent ſeulement par leurs hauteurs *DQ*. Nos. 13, 14.

N°s. 13	*DQ* =	9 pouces $9\frac{1}{2}$ lignes.
14		19 8

VAISSEAUX N°s. 15 & 16.

24. ON a repréſenté par leurs profils ou coupes verticales ou longitudinales *KARS*, ces deux vaiſſeaux qui ne ſont que le n°. 4, auquel ont été adaptées les proues *AN* qui forment des plans inclinés à la ſurface du fluide. Nos. 15 & 16.

N°s. 15	*KM* =	20 pouces
16		39 pouces 3 lignes.

Dans l'un & l'autre vaiſſeau, *KA* = 19 pouces 8 lig.

VAISSEAUX N°s. 17 & 18.

25. LES mêmes que les deux précédents retournés de haut en bas, de manière que *KS*, qui étoit Nos. 17 & [illegible]

tout-à-l'heure la baſe ſupérieure, eſt maintenant la baſe inférieure.

On doit obſerver ici que la petite épaiſſeur MN = 1 pouce.

VAISSEAU N°. 19.

N°. 19. 26. CE vaiſſeau eſt le n°. 3, auquel on a appliqué une proue cylindrique dont AB eſt le diamètre.

VAISSEAU N°. 20.

N°. 20. 27. CONSTRUIT d'après un modèle de la précieuſe collection de vaiſſeaux de toutes eſpèces & de toutes grandeurs, que M. Duhamel a raſſemblés dans une ſalle qui touche à celle de l'Académie des Sciences. Il eſt repréſenté en perſpective, par la Figure A. La Figure B en eſt la coupe horizontale, faite parallélement à la quille, à l'endroit le plus large du vaiſſeau. La Figure C eſt la coupe verticale & longitudinale qui diviſe ce vaiſſeau en deux parties égales & ſemblables. La Figure D eſt la coupe latitudinale, à l'endroit le plus gros, laquelle eſt perpendiculaire à la longueur; elle répond aux lignes marquées par MN au plan & au profil. Enfin les Figures E & F ſont d'autres ſections latitudinales perpendiculaires à la longueur, leſquelles répondent aux droites GH ſur le plan & ſur le profil.

Fig. A, B, C, D, E, F.

La longueur du vaiſſeau eſt de 6 pieds; la profondeur & la plus grande largeur ſont chacune de 19 pouces 8 lignes.

Tous ces vaiſſeaux ont été exécutés par le ſieur Valette, Menuiſier très-adroit & très-intelligent.

CHAPITRE II.

Expériences ſur la Réſiſtance des Fluides indéfinis.

28. L'EAU du baſſin propoſé peut être regardée comme un fluide indéfini par rapport aux vaiſſeaux qui s'y meuvent. En effet, la ligne décrite par le vaiſſeau eſt diſtante de la paroi *AB* la plus voiſine (Pl. I, Fig. 1 & Pl. II) d'environ 17 pieds; & le ſillon que ce vaiſſeau trace, ne s'étend guère à plus de 2 pieds de part & d'autre de ſes côtés; on peut regarder le reſte de l'eau comme immobile. Le fluide qui eſt au-deſſous du bateau peut être auſſi regardé, dans le cas préſent, comme indéfini, puiſqu'il y a toujours plus de 4 pieds de profondeur d'eau, à compter du fond du bateau. Pl. I & II.

29. LE bateau étant ſuppoſé en repos, le fluide eſt de niveau tout autour de lui; mais auſſi-tôt qu'il commence à ſe mouvoir, on voit l'eau s'élever peu-à-peu au-devant de la proue, & y former une eſpèce de *remou* ou de proue fluide qui n'eſt pas de niveau avec le fluide latéral. La hauteur du remou eſt plus grande vers le milieu de la proue que vers ſes extrémités. Nous appellerons le remou de la première eſpèce, *remou central;* celui de la ſeconde, *remou latéral.* Quelquefois le remou latéral, préciſément à la

pointe de chaque angle extrême de la proue, eſt plus bas que la ligne de flottaiſon ; alors ſa valeur eſt négative. On a obſervé ordinairement les deux eſpèces de remou ; mais quelques-unes de ces obſervations n'ont pas été faites avec toute l'attention poſſible. Nous ne rapporterons que celles qui nous ont paru exactes.

On comprend aſſez que la hauteur du remou central doit augmenter (& c'eſt ce qui arrive en effet), tant que la viteſſe du corps s'accélère. Mais lorſque le mouvement eſt parvenu à l'uniformité, cette hauteur demeure conſtamment la même. On a donc par-là un moyen bien ſimple (ſi l'obſervation eſt faite très-exactement) de reconnoître ſi le mouvement eſt uniforme, indépendamment de la comparaiſon des eſpaces parcourus avec les tems correſpondants.

30. POUR mettre de la méthode & de la clarté dans l'expoſition de nos expériences, nous allons commencer par rapporter celles qui ont pour objet la réſiſtance directe, c'eſt-à-dire, la réſiſtance des ſurfaces planes qui frappent perpendiculairement le fluide. Delà nous paſſerons à la réſiſtance oblique ou à celle des ſurfaces poſées obliquement par rapport à la direction du mouvement.

RÉSISTANCE DIRECTE.

EXPÉRIENCE I.

N°. 1.

VAISSEAU N°. 1. hauteur de la flottaiſon = 1 pied.	POIDS MOTEUR = 12 marcs. remou central = 21 lig. remou latéral = 15 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	9,20	17,80	26,62	43,70

EXPÉRIENCE II.

VAISSEAU N°. 1. hauteur de la flottaiſon = 1 pied.	POIDS MOTEUR = 14 marcs. remou central = 23 lig. remou latéral = 18 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	8,70	16,70	24,70	40,60

EXPÉRIENCE III.

VAISSEAU N°. 1. hauteur de la flottaiſon = 1 pied.	POIDS MOTEUR = 16 marcs. remou central = 26 lig. remou latéral = 19 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	8,12	15,65	23,53	38,37

EXPÉRIENCE IV.

VAISSEAU N°. 1. hauteur de la flottaiſon = 1 pied.		POIDS MOTEUR = 18 marcs. remou *			
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	7,40	14,00	20,30	34,30

EXPÉRIENCE V.

VAISSEAU N°. 1. hauteur de la flottaiſon = 1 pied.		POIDS MOTEUR = 20 marcs. remou central = 34 lig. remou latéral = 26 lig.			
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvem. en demi-ſecon.	0	7,00	13,45	20,25	33,75

EXPÉRIENCE VI.

VAISSEAU N°. 1. hauteur de la flottaiſon = 1 pied.		POIDS MOTEUR = 22 marcs. remou central = 36 lig. remou latéral = 29 lig.			
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvem. en demi-ſecon.	0	7,00	13,50	20,00	32,75

EXPÉRIENCE VII.

VAISSEAU N°. 1. hauteur de la flottaiſon = 1 pied.	POIDS MOTEUR = 24 marcs. remou *			
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvem. en demi-ſecon.	0	6,90	13,00	19,71	32,16

EXPÉRIENCE VIII.

VAISSEAU N°. 2. hauteur de la flottaiſon = 1 pied.	POIDS MOTEUR = 16 marcs. remou central = 18 lig. remou latéral = 15 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvem. en demi-ſecon.	0	10,57	18,84	25,24	29,00	50,11

N°. 2.

EXPÉRIENCE IX.

VAISSEAU N°. 2. hauteur de la flottaiſon = 1 pied.	POIDS MOTEUR = 20 marcs. remou central = 22 lig. remou latéral = 18 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvem. en demi-ſecon.	0	9,98	18,96	23,67	27,91	46,83

EXPÉRIENCE X.

VAISSEAU N°. 2. hauteur de la flottaiſon = 1 pied.				POIDS MOTEUR = 24 marcs. remou central = 25 lig. remou latéral = 21 lig.		
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvem. en demi-ſecon.	0	9,48	18,70	22,95	27,22	44,54

EXPÉRIENCE XI.

VAISSEAU N°. 2. hauteur de la flottaiſon = 1 pied.				POIDS MOTEUR = 28 marcs. remou central = 27 lig. remou latéral = 23 lig.		
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvem. en demi-ſecon.	0	9,00	16,95	21,05	25,13	41,25

EXPÉRIENCE XII.

VAISSEAU N°. 2. hauteur de la flottaiſon = 1 pied.				POIDS MOTEUR = 32 marcs. remou central = 30 lig. remou latéral = 26 $\frac{1}{2}$ lig.		
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvem. en demi-ſecon.	0	8,10	15,65	19,90	23,58	38,70

EXPÉRIENCE XIII.

VAISSEAU N°. 2. hauteur de la flottaiſon = 1 pied.		POIDS MOTEUR = 36 marcs. remou central = 34 lig. remou latéral *			
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes	0	8,00	15,08	22,47	36,66

EXPÉRIENCE XIV.

VAISSEAU N°. 2. hauteur de la flottaiſon = 1 pied.		POIDS MOTEUR = 40 marcs. remou central = 37 lig. remou latéral = 30 lig.			
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	7,70	14,16	21,02	34,70

EXPÉRIENCE XV.

VAISSEAU N°. 2. hauteur de la flottaiſon = 1 pied.		POIDS MOTEUR = 44 marcs. remou central = 41 lig. remou latéral = 35 lig.			
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	7,05	13,55	20,00	33,25

EXPÉRIENCE XVI.

VAISSEAU N°. 2. hauteur de la flottaiſon = 1 pied.		POIDS MOTEUR = 48 marcs. remou central = 44 lig. remou latéral = 37 lig.			
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	6,91	13,33	19,74	32,33

EXPÉRIENCE XVII.

N°. 3.

1re ligne de flottaiſon.

VAISSEAU N°. 3. haut. de la flot. = 7 pouc. 10 lig.		POIDS MOTEUR = 10 marcs. remou central = 18 lig.			
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	10,87	26,87	31,89	51,94

EXPÉRIENCE XVIII.

VAISSEAU N°. 3. haut. de la flot. = 7 pouc. 10 lig.		POIDS MOTEUR = 12 marcs. remou central = 18 $\frac{1}{2}$ lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	10,19	19,64	24,44	29,36	47,75

EXPÉRIENCE XIX.

VAISSEAU N°. 3. haut. de la flot. = 7 pouc. 10 lig.	POIDS MOTEUR = 14 marcs. remou central = 21 lig. remou latéral = 18 lig.					
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvement en demi-fecondes.	0	9,50	18,37	22,87	27,25	44,62

EXPÉRIENCE XX.

VAISSEAU N°. 3. haut. de la flot. = 7 pouc. 10 lig.	POIDS MOTEUR = 16 marcs. remou central = 24 lig. $\frac{1}{2}$.					
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvement en demi-fecondes.	0	9,06	17,31	21,62	25,43	41,75

EXPÉRIENCE XXI.

VAISSEAU N°. 3. haut. de la flot. = 7 pouc. 10 lig.	POIDS MOTEUR = 18 marcs. remou central = 28 lig.					
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvement en demi-fecondes.	0	8,67	16,00	20,00	23,54	38,84

EXPÉRIENCE XXII.

VAISSEAU N°. 3. haut. de la flot. = 7 pouc. 10 lig.	POIDS MOTEUR = 20 marcs. remou central = 32 ½ lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvement en demi-fecondes.	0	8,20	15,80	19,60	23,30	37,80

EXPÉRIENCE XXIII.

VAISSEAU N°. 3. haut. de la flot. = 7 pouc. 10 lig.	POIDS MOTEUR = 22 marcs. remou central = 35 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvement en demi-fecondes.	0	7,69	15,31	18,75	22,31	36,31

EXPÉRIENCE XXIV.

VAISSEAU N°. 3. haut. de la flot. = 7 pouc. 10 lig	POIDS MOTEUR = 24 marcs. remou central = 38 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvement en demi-fecondes.	0	7,31	14,50	18,00	21,28	34,75

EXPÉRIENCE

EXPÉRIENCE XXV.

VAISSEAU N°. 3. haut. de flot. = 7 pouc. 10 lig.		POIDS MOTEUR = 27 marcs. remou central = 42 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvement en demi-fecondes.	0	6,95	13,50	16,85	20,44	33,40

EXPÉRIENCE XXVI.

VAISSEAU N°. 3. haut. de la flot. = 7 pouc. 10 lig.		POIDS MOTEUR = 30 marcs. remou central = 46 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvement en demi-fecondes.	0	6,62	13,25	16,62	20,00	32,50

EXPÉRIENCE XXVII.

VAISSEAU N°. 3. haut. de la flot. = 7 pouc. 10 lig.		POIDS MOTEUR = 36 marcs. remou central = 50 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvement en demi-fecondes.	0	6,35	12,65	15,58	18,58	29,90

EXPÉRIENCE XXVIII.

2e ligne de flottaison.

VAISSEAU N°. 3. haut de la flot. = 12 pouc. 5 $\frac{1}{2}$ lig.		POIDS MOTEUR = 10 marcs remou central = 9 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvement en demi-fecondes.	0	13,97	26,81	33,34	39,37	63,82

EXPÉRIENCE XXIX.

VAISSEAU N°. 3. haut. de la flot. = 12 pouc. 5 $\frac{1}{2}$ lig.		POIDS MOTEUR = 12 marcs. remou central = 11 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvement en demi-fecondes.	0	12,60	24,65	30,15	36,20	58,55

EXPÉRIENCE XXX.

VAISSEAU N°. 3. haut. de la flot. = 12 pouc. 5 $\frac{1}{2}$ lig.		POIDS MOTEUR = 14 marcs. remou central = 13 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvement en demi-fecondes.	0	11,60	22,30	27,70	33,00	54,35

EXPÉRIENCE XXXI.

VAISSEAU N°. 3. haut. de la flot. = 12 po. 5 ½ lig.	POIDS MOTEUR = 16 marcs. remou central = 15 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvement en demi-fecondes.	0	11,00	22,04	27,04	32,28	52,00

EXPÉRIENCE XXXII.

VAISSEAU N°. 3. haut. de la flot. = 12 po. 5 ½ lig	POIDS MOTEUR = 18 marcs. remou central = 16 ½ lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvement en demi-fecondes.	0	10,60	20,25	25,25	30,00	48,50

EXPÉRIENCE XXXIII.

VAISSEAU N°. 3. haut. de la flot. = 12 po. 5 ½ lig.	POIDS MOTEUR = 19 marcs. remou central = 17 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvement en demi-fecondes.	0	10,30	19,90	24,70	29,10	47,00

EXPÉRIENCE XXXIV.

VAISSEAU Nº. 3. haut. de la flot. = 12 po. 5 $\frac{1}{2}$ lig.		POIDS MOTEUR = 20 marcs. remou central = 18 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvement en demi-fecondes.	0	10,20	19,58	24,07	28,45	46,05

EXPÉRIENCE XXXV.

VAISSEAU Nº. 3. haut. de la flot. = 12 po. 5 $\frac{1}{2}$ lig.		POIDS MOTEUR = 22 marcs. remou central = 19 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvement en demi-fecondes.	0	9,90	18,18	22,81	26,93	44,12

EXPÉRIENCE XXXVI.

VAISSEAU Nº. 3. haut. de la flot. = 12 po. 5 $\frac{1}{2}$ lig.		POIDS MOTEUR = 24 marcs. remou central = 20 lig. $\frac{1}{2}$.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvement en demi-fecondes.	0	9,50	17,36	21,50	25,78	42,07

EXPÉRIENCE XXXVII.

VAISSEAU N°. 3. haut. de la flot. = 12 po. 5 $\frac{1}{2}$ lig.	POIDS MOTEUR = 25 marcs. remou central = 22 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	9,00	16,94	21,00	24,90	40,70

EXPÉRIENCE XXXVIII.

VAISSEAU N°. 3. haut. de la flot. = 12 po. 5 $\frac{1}{2}$ lig.	POIDS MOTEUR = 26 marcs. remou central = 23 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	8,80	16,85	20,60	24,75	40,25

EXPÉRIENCE XXXIX.

VAISSEAU N°. 3. haut. de la flot. = 12 po. 5 $\frac{1}{2}$ lig.	POIDS MOTEUR = 28 marcs. remou central = 24 lig. $\frac{1}{2}$.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	8,21	16,19	19,62	23,65	38,53

EXPÉRIENCE XL.

VAISSEAU N°. 3. haut. de la flot. = 12 po. 5 $\frac{1}{2}$ lig.		POIDS MOTEUR = 30 marcs. remou central = 26 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	8,06	15,66	19,25	23,06	37,25

EXPÉRIENCE XLI.

VAISSEAU N°. 3. haut. de la flot. = 12 po. 5 $\frac{1}{2}$ lig.		POIDS MOTEUR = 32 marcs. remou central = 29 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	7,80	15,30	19,00	22,40	36,20

EXPÉRIENCE XLII.

VAISSEAU N°. 3. haut. de la flot. = 12 po. 5 $\frac{1}{2}$ lig.		POIDS MOTEUR = 35 marcs remou central = 32 $\frac{1}{2}$ lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	7,37	14,75	18,06	21,83	35,18

EXPÉRIENCE XLIII.

VAISSEAU N°. 3. haut. de la flot. = 12 po. 5 $\frac{1}{2}$ lig.	POIDS MOTEUR = 38 marcs. remou central = 34 $\frac{1}{2}$ lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	7,12	13,96	17,31	20,50	33,50

EXPÉRIENCE XLIV.

VAISSEAU N°. 3. haut. de la flot. = 15 po. 10 lig.	POIDS MOTEUR = 20 marcs. remou central = 15 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	10,95	21,32	26,25	31,15	50,75

3e ligne de flottaison.

EXPÉRIENCE XLV.

VAISSEAU N°. 3. haut. de la flot. = 15 po. 10 lig.	POIDS MOTEUR = 24 marcs. remou central = 18 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	10,00	19,18	24,12	28,43	46,50

EXPÉRIENCE XLVI.

VAISSEAU N°. 3. haut. de la flot. = 15 po. 10 lig.	POIDS MOTEUR = 28 marcs. remou central = 21 lig.					
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	9,80	18,31	22,46	26,93	43,81

EXPÉRIENCE XLVII.

VAISSEAU N°. 3. haut. de la flot. = 15 po. 10 lig.	POIDS MOTEUR = 32 marcs. remou central = 24 lig.					
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	9,37	17,27	21,37	25,12	41,00

EXPÉRIENCE XLVIII.

VAISSEAU N°. 3. haut. de la flot. = 15 po. 10 lig.	POIDS MOTEUR = 36 marcs. remou central = 27 $\frac{1}{2}$ lig.					
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	8,60	16,56	20,06	24,06	38,75

EXPÉRIENCE XLIX.

VAISSEAU N°. 3. haut. de la flot. = 15 po. 10 lig.	POIDS MOTEUR = 40 marcs. remou central = 33 lig.					
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes	0	8,06	15,48	19,18	22,50	36,50

EXPÉRIENCE L.

VAISSEAU N°. 3. haut. de la flot. = 15 po. 10 lig.	POIDS MOTEUR = 44 marcs. remou central = 36 lig.					
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvem. en demi-secon.	0	7,70	14,10	18,50	20,99	34,66

EXPÉRIENCE LI.

VAISSEAU N°. 3. haut. de la flot. = 15 po. 10 lig.	POIDS MOTEUR = 48 marcs. remou central = 39 lig.					
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvem. en demi-secon.	0	7,00	13,80	17,25	20,44	33,69

EXPÉRIENCE LII.

N°. 4.

VAISSEAU N°. 4. haut. de la flot. = 12 po. 5 ½ lig.	POIDS MOTEUR = 16 marcs. remou *			
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-fecondes.	0	11,05	22,18	32,30	52,15

EXPÉRIENCE LIII.

VAISSEAU N°. 4. haut. de la flot. = 12 po. 5 ½ lig.	POIDS MOTEUR = 20 marcs. remou central = 22 lig. remou latéral = 16 lig.			
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-fecondes.	0	10,12	19,60	28,75	46,09

EXPÉRIENCE LIV.

VAISSEAU N°. 4. haut. de la flot. = 12 po. 5 ½ lig.	POIDS MOTEUR = 24 marcs. remou central = 23 lig. remou latéral = 17 lig.			
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-fecondes.	0	9,55	17,45	25,86	42,27

EXPÉRIENCE LV.

VAISSEAU N°. 4. haut. de la flot. = 12 po. 5 $\frac{1}{2}$ lig.	POIDS MOTEUR = 28 marcs. remou *			
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	8,30	16,30	23,28	38,98

EXPÉRIENCE LVI.

VAISSEAU N°. 6. haut. de la flot. = 12 po. 8 lig.	POIDS MOTEUR = 8 marcs. remou central = 9 lig.			
Nombre de pieds parcourus.	0	10	25	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	13,91	34,30	40,75	65,75

N°. 6.
1re ligne de flottaison.

EXPÉRIENCE LVII.

VAISSEAU N°. 6. haut. de la flot. = 12 pouc. 8 lig.	POIDS MOTEUR = 10 marcs. remou central = 12 lig.			
Nombre de pieds parcourus.	0	10	25	30	50
Tems du mouvem. en demi-secon.	0	12,78	30,06	37,38	59,66

EXPÉRIENCE LVIII.

VAISSEAU N°. 6. haut. de la flot. = 12 pouc. 8 lig.		POIDS MOTEUR = 12 marcs. remou central = 18 lig.			
Nombre de pieds parcourus.	0	10	25	30	50
Tems du mouvement en demi-fecondes.	0	11,46	27,66	33,35	54,65

EXPÉRIENCE LIX.

VAISSEAU N°. 6. haut. de la flot. = 12 pouc. 8 lig.		POIDS MOTEUR = 14 marcs. remou central = 18 lig.			
Nombre de pieds parcourus.	0	10	25	30	50
Tems du mouvem. en demi-fecon.	0	10,38	26,06	30,64	50,80

EXPÉRIENCE LX.

VAISSEAU N°. 6. haut. de la flot. = 12 pouc. 8 lig.		POIDS MOTEUR = 16 marcs. remou central = 22 lig.			
Nombre de pieds parcourus.	0	10	25	30	50
Tems du mouvem. en demi-fecon.	0	10,10	24,97	29,11	47,94

EXPÉRIENCE LXI.

VAISSEAU N°. 6. haut. de la flot. = 12 pouc. 8 lig.	POIDS MOTEUR = 20 marcs. remou central = 26 1/2 lig.			
Nombre de pieds parcourus.	0	10	25	30	50
Tems du mouvem. en demi-secon.	0	9,33	22,56	26,33	43,14

EXPÉRIENCE LXII.

VAISSEAU N°. 6. haut. de la flot. = 12 pouc. 8 lig.	POIDS MOTEUR = 24 marcs. remou central = 30 lig.			
Nombre de pieds parcourus.	0	10	25	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	8,00	19,50	23,69	38,92

EXPÉRIENCE LXIII.

VAISSEAU N°. 6. haut. de la flot. = 12 pouc. 8 lig.	POIDS MOTEUR = 30 marcs. remou central = 36 lig.			
Nombre de pieds parcourus.	0	10	25	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	7,10	18,78	20,95	34,82

EXPÉRIENCE LXIV.

VAISSEAU N°. 6. haut. de la flot. = 12 pouc. 8 lig.	POIDS MOTEUR = 36 marcs. remou central = 42 lig.			
Nombre de pieds parcourus.	0	10	25	30	50
Tems du mouvem. en demi-secon.	0	6,96	17,05	20,18	32,72

EXPÉRIENCE LXV.

VAISSEAU N°. 6. haut. de la flot. = 12 pouc. 8 lig.	POIDS MOTEUR = 44 marcs. remou central = 50 lig.			
Nombre de pieds parcourus.	0	10	25	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	6,62	15,12	18,69	30,00

EXPÉRIENCE LXVI.

N°. 6.

2e ligne de flottaison.

VAISSEAU N°. 6. haut. de la flot. = 15 po. 11 lig.	POIDS MOTEUR = 8 marcs. remou central = 9 lig.			
Nombre de pieds parcourus.	0	10	25	30	50
Tems du mouvem. en demi-secon.	0	16,74	37,67	46,34	74,00

EXPÉRIENCE LXVII.

VAISSEAU N°. 6. haut. de la flot. = 15 po. 11 lig.	POIDS MOTEUR = 10 marcs. remou central = 11 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	25	30	50
Tems du mouvement en demi-fecondes.	0	14,31	33,25	40,42	65,56

EXPÉRIENCE LXVIII.

VAISSEAU N°. 6. haut. de la flot. = 15 po. 11 lig.	POIDS MOTEUR = 12 marcs. remou central = 13 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	25	30	50
Tems du mouvement en demi-fecondes.	0	13,00	31,20	37,20	60,70

EXPÉRIENCE LXIX.

VAISSEAU N°. 6. haut. de la flot. = 15 po. 11 lig.	POIDS MOTEUR = 14 marcs. remou central = 16 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	25	30	50
Tems du mouvement en demi-fecondes.	0	12,12	29,36	34,46	56,61

EXPÉRIENCE LXX.

VAISSEAU N°. 6. haut. de la flot. = 15 po. 11 lig.	POIDS MOTEUR = 16 marcs. remou central = 18 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	25	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	11,10	27,40	32,30	53,05

EXPÉRIENCE LXXI.

VAISSEAU N°. 6. haut. de la flot. = 15 po. 11 lig.	POIDS MOTEUR = 20 marcs. remou central = 22 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	25	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	10,12	24,55	29,25	47,67

EXPÉRIENCE LXXII.

VAISSEAU N°. 6. haut. de la flot. = 15 po. 11 lig.	POIDS MOTEUR = 24 marcs. remou central = 27 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	25	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	9,08	22,43	26,37	43,06

EXPÉRIENCE LXXIII.

VAISSEAU N°. 6. haut. de la flot. = 15 po. 11 lig.	POIDS MOTEUR = 30 marcs. remou central = 33 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	25	30	50
Tems du mouvement en demi-fecondes.	0	8,31	20,37	24,00	39,25

EXPÉRIENCE LXXIV.

VAISSEAU N°. 6. haut. de la flot. = 15 po. 11 lig	POIDS MOTEUR = 36 marcs. remou central = 38 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	25	30	50
Tems du mouvement en demi-fecondes.	0	7,83	18,75	22,08	35,83

RÉSISTANCE OBLIQUE.

EXPÉRIENCE LXXV.

VAISSEAU N°. 7. haut. de la flottaiſon = 1 pied.	POIDS MOTEUR = 10 marcs. remou central = 24 lig. remou latéral = 0.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-fecondes.	0	8,56	15,06	21,18	33,06

N°. 7.

EXPÉRIENCE LXXVI.

VAISSEAU N°. 7. haut. de la flottaiſon = 1 pied.		POIDS MOTEUR = 12 marcs. remou central = 29 lig. remou latéral = 0.			
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	7,40	13,95	19,80	30,80

EXPÉRIENCE LXXVII.

VAISSEAU N°. 7. haut. de la flottaiſon = 1 pied.		POIDS MOTEUR = 14 marcs. remou central = 33 lig. remou latéral = 0.			
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	6,80	12,79	18,20	28,70

EXPÉRIENCE LXXVIII.

VAISSEAU N°. 7. haut. de la flottaiſon = 1 pied.		POIDS MOTEUR = 16 marcs. remou central = 36 lig. remou latéral = 0.			
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	6,25	11,87	17,25	27,25

EXPÉRIENCE LXXIX.

VAISSEAU N°. 7. haut. de la flottaiſon = 1 pied.	POIDS MOTEUR = 18 marcs. remou central = 37 lig. remou latéral = — 2 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	5,55	10,85	15,89	25,25

EXPÉRIENCE LXXX.

VAISSEAU N°. 7. haut. de la flottaiſon = 1 pied.	POIDS MOTEUR = 20 marcs. remou central = 38 lig. remou latéral = — 4 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	5,25	10,37	15,37	24,50

EXPÉRIENCE LXXXI.

VAISSEAU N°. 7. haut. de la flottaiſon = 1 pied.	POIDS MOTEUR = 22 marcs. remou central = 38 $\frac{1}{2}$ lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvem. en demi-ſecon.	0	5,00	10,00	14,62	23,62

EXPÉRIENCE LXXXII.

VAISSEAU N°. 7. haut. de la flottaiſon = 1 pied.	POIDS MOTEUR = 24 marcs. remou central = 39 lig. remou latéral = 6 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvem. en demi-ſecon.	0	4,96	9,94	14,50	23,40

EXPÉRIENCE LXXXIII.

N°. 8.

VAISSEAU N°. 8. haut. de la flottaiſon = 1 pied.	POIDS MOTEUR = 12 marcs. remou central = 12 lig. remou latéral = 6 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	12,50	23,75	34,71	55,79

EXPÉRIENCE LXXXIV.

VAISSEAU N°. 8. haut. de la flottaiſon = 1 pied.	POIDS MOTEUR = 14 marcs. remou central = 14 lig. remou latéral = 7 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvem. en demi-ſecon.	0	11,20	21,30	31,40	51,40

EXPÉRIENCE LXXXV.

VAISSEAU N°. 8. haut. de la flottaiſon = 1 pied.	POIDS MOTEUR = 16 marcs. remou central = 15 lig. remou latéral = 7 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvem. en demi-ſecon.	0	10,50	20,68	30,70	50,00

EXPÉRIENCE LXXXVI.

VAISSEAU N°. 8. haut. de la flottaiſon = 1 pied.	POIDS MOTEUR = 20 marcs. remou central = 21 lig. remou latéral = 11 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	8,20	18,20	26,10	43,50

EXPÉRIENCE LXXXVII.

VAISSEAU N°. 8. haut. de la flottaiſon = 1 pied.	POIDS MOTEUR = 24 marcs. remou central = 27 lig. remou latéral = 17 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	8,16	16,00	23,50	38,50

EXPÉRIENCE LXXXVIII.

VAISSEAU N°. 8. haut. de la flottaiſon = 1 pied.	POIDS MOTEUR = 28 marcs. remou central = 30 lig. remou latéral = 19 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	7,75	14,87	22,50	37,00

EXPÉRIENCE LXXXIX.

VAISSEAU N°. 8. haut. de la flottaiſon = 1 pied.	POIDS MOTEUR = 32 marcs. remou central = 34 lig. remou latéral = 22 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvem. en demi-ſecon.	0	7,12	14,00	21,48	34,92

EXPÉRIENCE XC.

VAISSEAU N°. 8. haut. de la flottaiſon = 1 pied.	POIDS MOTEUR = 36 marcs. remou central = 39 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvem. en demi-ſecon.	0	7,00	13,81	20,37	33,12

EXPÉRIENCE XCI.

N°. 9.

VAISSEAU N°. 9. haut. de la flottaiſon = 1 pied.	POIDS MOTEUR = 12 marcs. remou central = 20 lig.			
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	12,00	22,14	31,71	49,71

EXPÉRIENCE XCII.

VAISSEAU N°. 9. haut. de la flottaiſon = 1 pied.	POIDS MOTEUR = 16 marcs. remou central = 22 lig.			
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	9,87	18,75	26,68	42,68

EXPÉRIENCE XCIII.

VAISSEAU N°. 9. haut. de la flottaiſon = 1 pied.	POIDS MOTEUR = 20 marcs. remou central = 24 lig. remou latéral = 12 lig.			
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	8,68	16,31	23,62	38,18

EXPÉRIENCE XCIV.

VAISSEAU N°. 9. haut. de la flottaiſon = 1 pied.	POIDS MOTEUR = 24 marcs. remou central = 28 lig. remou latéral = 11 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	8,36	15,50	22,50	35,56

EXPÉRIENCE XCV.

VAISSEAU N°. 9. haut. de la flottaiſon = 1 pied.	POIDS MOTEUR = 28 marcs. remou central = 33 lig. remou latéral = 9 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	7,80	14,45	20,95	32,95

EXPÉRIENCE XCVI.

VAISSEAU N°. 9. haut. de la flottaiſon = 1 pied.	POIDS MOTEUR = 32 marcs. remou *				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	7,50	13,60	20,00	31,60

EXPÉRIENCE XCVII.

N°. 10.

VAISSEAU N°. 10. haut. de la flottaiſon = 1 pied.	POIDS MOTEUR = 10 marcs. remou *			
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	12,20	22,10	31,80	49,80

EXPÉRIENCE XCVIII.

VAISSEAU N°. 10. haut. de la flottaiſon = 1 pied.	POIDS MOTEUR = 12 marcs. remou central = 14 lig.			
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	10,62	19,71	28,21	44,35

EXPÉRIENCE XCIX.

VAISSEAU N°. 10. haut. de la flottaiſon = 1 pied.	POIDS MOTEUR = 14 marcs. remou *.			
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	9,87	17,80	26,00	41,00

EXPÉRIENCE C.

VAISSEAU N°. 10. haut. de la flottaiſon = 1 pied.	POIDS MOTEUR = 16 marcs. remou central = 22 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvem. en demi-ſecon.	0	9,30	17,30	25,00	39,00

EXPÉRIENCE CI.

VAISSEAU N°. 10. haut. de la flottaiſon = 1 pied.	POIDS MOTEUR = 20 marcs. remou central = 24 lig. remou latéral = 11 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvem. en demi-ſecon.	0	8,25	15,75	22,69	35,75

EXPÉRIENCE CII.

VAISSEAU N°. 10. haut. de la flottaiſon = 1 pied.	POIDS MOTEUR = 24 marcs. remou central = 27 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	8,00	14,50	20,64	32,62

EXPÉRIENCE CIII.

VAISSEAU N°. 10. haut. de la flottaiſon = 1 pied.		POIDS MOTEUR = 28 marcs. remou central = 33 lig.			
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	7,46	13,39	19,37	30,37

EXPÉRIENCE CIV.

VAISSEAU N°. 10. haut. de la flottaiſon = 1 pied.		POIDS MOTEUR = 32 marcs. remou central = 38 lig.			
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	7,00	12,87	18,57	28,87

EXPÉRIENCE CV.

VAISSEAU N°. 11. haut. de la flottaiſon = 1 pied.		POIDS MOTEUR = 10 marcs. remou central = 16 lig.			
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	11,62	21,56	29,76	45,62

N°. 11.

EXPÉRIENCE CVI.

VAISSEAU N°. 11. haut. de la flottaiſon = 1 pied.		POIDS MOTEUR = 12 marcs. remou central = 18 lig.			
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	9,83	18,46	26,16	41,50

EXPÉRIENCE CVII.

VAISSEAU N°. 11. haut. de la flottaiſon = 1 pied.		POIDS MOTEUR = 14 marcs. remou central = 21 lig.			
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	9,75	18,00	25,56	39,96

EXPÉRIENCE CVIII.

VAISSEAU N°. 11. haut. de la flottaiſon = 1 pied.		POIDS MOTEUR = 16 marcs. remou central = 24 lig. remou latéral = 6 lig.			
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	9,55	16,88	23,90	37,70

EXPÉRIENCE CIX.

VAISSEAU N°. II. haut. de la flottaiſon = 1 pied.	POIDS MOTEUR = 20 marcs. remou central = 29 lig. remou latéral = 0.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	9,30	15,10	21,50	33,45

EXPÉRIENCE CX.

VAISSEAU N°. II. haut. de la flottaiſon = 1 pied.	POIDS MOTEUR = 24 marcs. remou central = 35 lig. remou latéral = 0.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	8,00	13,60	19,40	30,70

EXPÉRIENCE CXI.

VAISSEAU N°. II. haut. de la flottaiſon = 1 pied.	POIDS MOTEUR = 28 marcs. remou central = 40 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	7,20	12,90	18,20	28,50

EXPÉRIENCE CXII.

VAISSEAU Nº. 11. haut. de la flottaiſon = 1 pied.		POIDS MOTEUR = 32 marcs. remou central = 45 lig.			
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	6,90	12,70	17,60	27,60

EXPÉRIENCE CXIII.

Nº. 12.

VAISSEAU Nº. 12. haut. de la flottaiſon = 1 pied.		POIDS MOTEUR = 10 marcs. remou central = 16 lig.			
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	12,35	21,00	29,70	45,50

EXPÉRIENCE CXIV.

VAISSEAU Nº. 12. haut. de la flottaiſon = 1 pied.		POIDS MOTEUR = 12 marcs. remou central = 21 lig. remou latéral = 4 lig.			
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	11,12	18,50	26,62	41,12

EXPÉRIENCE CXV.

VAISSEAU N°. 12. haut. de la flottaiſon = 1 pied.	POIDS MOTEUR = 14 marcs. remou central = 24 lig. remou latéral = 0.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	10,32	18,40	25,80	39,40

EXPÉRIENCE CXVI.

VAISSEAU N°. 12. haut. de la flottaiſon = 1 pied.	POIDS MOTEUR = 16 marcs. remou central = 29 lig. remou latéral = — 4 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	9,85	16,87	23,75	36,62

EXPÉRIENCE CXVII.

VAISSEAU N°. 12. haut. de la flottaiſon = 1 pied.	POIDS MOTEUR = 20 marcs. remou central = 33 lig. remou latéral = — 6 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	8,65	15,00	21,20	33,40

EXPÉRIENCE CXVIII.

VAISSEAU N°. 12. haut de la flottaiſon = 1 pied.		POIDS MOTEUR = 24 marcs. remou central = 38 lig.			
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	7,70	14,10	19,68	30,81

EXPÉRIENCE CXIX.

VAISSEAU N°. 12. haut. de la flottaiſon = 1 pied.		POIDS MOTEUR = 28 marcs. remou central = 45 lig.			
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	7,17	13,20	18,37	28,62

EXPÉRIENCE CXX.

VAISSEAU N°. 12. haut. de la flottaiſon = 1 pied.		POIDS MOTEUR = 32 marcs. remou central = 52 lig.			
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	6,88	12,34	17,40	27,00

EXPÉRIENCE CXXI.

VAISSEAU N°. 13. haut. de la flot = 7 po. 10 lig.	POIDS MOTEUR = 10 marcs. remou central = 17 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	9,35	17,25	21,70	26,00	41,60

N°. 13.
1e ligne de flottaison.

EXPÉRIENCE CXXII.

VAISSEAU N°. 13. haut. de la flot. = 7 po. 10 lig.	POIDS MOTEUR = 12 marcs. remou central = 23 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	8,06	16,25	20,44	23,81	38,18

EXPÉRIENCE CXXIII.

VAISSEAU N°. 13. haut. de la flot. = 7 po. 10 lig.	POIDS MOTEUR = 14 marcs. remou central = 28 lig. remou latéral = 10 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	7,75	15,06	18,81	21,80	35,37

EXPÉRIENCE CXXIV.

VAISSEAU N°. 13. haut. de la flot. = 7 po. 10 lig.	POIDS MOTEUR = 16 marcs. remou central = 30 lig. remou latéral = 12 lig.					
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvement en demi-fecondes.	0	7,40	14,80	18,35	21,30	33,90

EXPÉRIENCE CXXV.

VAISSEAU N°. 13. haut. de la flot. = 7 po. 10 lig.	POIDS MOTEUR = 18 marcs. remou central = 35 lig.					
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvem. en demi-fecon.	0	6,90	13,40	16,81	19,70	31,95

EXPÉRIENCE CXXVI.

VAISSEAU N°. 13. haut. de la flot. = 7 po. 10 lig.	POIDS MOTEUR = 20 marcs. remou central = 39 lig.					
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvem. en demi-fecon.	0	6,80	13,10	16,40	18,90	30,45

EXPÉRIENCE CXXVII.

VAISSEAU N°. 13. haut. de la flot. = 12 po. 5 ½ lig.	POIDS MOTEUR = 10 marcs. remou central = 13 lig. remou latéral = 2 lig.					
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30.	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	11,85	22,60	27,05	33,10	52,00

2e ligne de flottaison.

EXPÉRIENCE CXXVIII.

VAISSEAU N°. 13. haut. de la flot. = 12 po. 5 ½ lig.	POIDS MOTEUR = 12 marcs. remou central = 16 lig. remou latéral = 2 lig.					
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	11,40	21,30	25,05	30,50	47,90

EXPÉRIENCE CXXIX.

VAISSEAU N°. 13. haut. de la flot. = 12 po. 5 ½ lig.	POIDS MOTEUR = 14 marcs. remou central = 20 lig. remou latéral = 3 lig.					
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	10,71	20,00	23,12	28,70	45,12

EXPÉRIENCE CXXX.

VAISSEAU N°. 13. haut. de la flot. = 12 po. $5\frac{1}{2}$ lig.	POIDS MOTEUR = 16 marcs. remou central = 24 lig. remou latéral = 5 lig.					
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvement en demi-fecondes.	0	10,00	18,53	21,75	26,52	42,06

EXPÉRIENCE CXXXI.

VAISSEAU N°. 13. haut. de la flot. = 12 po. $5\frac{1}{2}$ lig.	POIDS MOTEUR = 18 marcs. remou central = 26 lig. remou latéral = 7 lig.					
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvement en demi-fecondes.	0	9,50	17,67	20,68	25,10	39,87

EXPÉRIENCE CXXXII.

VAISSEAU N°. 13. haut. de la flot. = 12 po. $5\frac{1}{2}$ lig.	POIDS MOTEUR = 20 marcs. remou central = 30 lig. remou latéral = 8 lig.					
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvem. en demi-fecon.	0	9,00	16,31	20,01	23,57	37,68

EXPÉRIENCE CXXXIII.

VAISSEAU N°. 13. haut. de la flot. = 12 po. 5 $\frac{1}{2}$ lig.	POIDS MOTEUR = 22 marcs. remou central = 34 lig. remou latéral = 9 lig.					
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvement en demi-fecondes.	0	8,31	15,50	18,42	22,00	35,50

EXPÉRIENCE CXXXIV.

VAISSEAU N°. 13. haut. de la flot. = 12 po. 5 $\frac{1}{2}$ lig.	POIDS MOTEUR = 24 marcs. remou central = 36 lig. remou latéral = 10 lig.					
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvement en demi-fecondes.	0	8,20	15,25	18,30	21,97	34,90

EXPÉRIENCE CXXXV.

VAISSEAU N°. 13. haut. de la flot. = 12 po. 5 $\frac{1}{2}$ lig.	POIDS MOTEUR = 26 marcs. remou central = 38 lig.					
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvement en demi-fecondes.	0	7,96	14,56	17,75	21,60	34,00

EXPÉRIENCE CXXXVI.

VAISSEAU N°. 13. haut. de la flot. = 12 po. 5 $\frac{1}{2}$ lig.	POIDS MOTEUR = 28 marcs. remou central = 39 lig. $\frac{1}{2}$.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvem. en demi-secon.	0	7,38	13,81	16,87	20,45	32,37

EXPÉRIENCE CXXXVII.

VAISSEAU N°. 13. haut. de la flot. = 12 po. 5 $\frac{1}{2}$ lig.	POIDS MOTEUR = 30 marcs. remou central = 41 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvem. en demi-secon.	0	7,18	13,40	16,50	19,59	31,05

EXPÉRIENCE CXXXVIII.

ne de

VAISSEAU N°. 13. haut. de la flot. = 15 po. 10 lig.	POIDS MOTEUR = 10 marcs. remou central = 8 lig. remou latéral = 2 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	13,83	25,75	31,25	37,25	59,15

EXPÉRIENCE CXXXIX.

VAISSEAU N°. 13. haut. de la flot. = 15 po. 10 lig.	POIDS MOTEUR = 12 marcs. remou central = 11 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	13,00	24,10	29,05	34,55	54,60

EXPÉRIENCE CXL.

VAISSEAU N°. 13. haut. de la flot. = 15 po. 10 lig.	POIDS MOTEUR = 14 marcs. remou central = 14 lig. remou latéral = 0.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	12,41	22,74	27,37	32,23	51,11

EXPÉRIENCE CXLI.

VAISSEAU N°. 13. haut. de la flot. = 15 po. 10 lig.	POIDS MOTEUR = 16 marcs. remou central = 15 $\frac{1}{2}$ lig. remou latéral = 0.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	11,12	20,55	25,31	29,32	47,20

EXPÉRIENCE CXLII.

VAISSEAU N°. 13. haut. de la flot. = 15 po. 10 lig.	POIDS MOTEUR = 18 marcs. remou central = 17 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	10,00	19,94	23,65	27,52	44,50

EXPÉRIENCE CXLIII.

VAISSEAU N°. 13. haut. de la flot. = 15 po. 10 lig.	POIDS MOTEUR = 20 marcs. remou central = 18 ½ lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	9,45	17,57	22,65	25,82	42,00

EXPÉRIENCE CXLIV.

VAISSEAU N°. 13. haut. de la flot. = 15 po. 10 lig.	POIDS MOTEUR = 22 marcs. remou central = 20 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	9,00	17,00	21,62	24,82	40,25

EXPÉRIENCE CXLV.

VAISSEAU N°. 13. haut. de la flot. = 15 po. 10 lig.	POIDS MOTEUR = 24 marcs. remou central = 23 lig.					
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvement en demi-fecondes.	0	8,67	16,31	20,65	23,67	38,40

EXPÉRIENCE CXLVI.

VAISSEAU N°. 14. haut. de la flot. = 7 po. 10 lig.	POIDS MOTEUR = 10 marcs. remou central = 20 lig. remou latéral = 0.					
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvement en demi-fecondes.	0	8,62	16,25	20,15	23,57	36,57

N°. 14.

1e ligne de flottaison.

EXPÉRIENCE CXLVII.

VAISSEAU N°. 14. haut. de la flot. = 7 po. 10 lig.	POIDS MOTEUR = 12 marcs. remou central = 26 lig.					
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvement en demi-fecondes.	0	8,30	14,81	18,47	22,00	34,00

EXPÉRIENCE CXLVIII.

VAISSEAU N°. 14. haut de la flot. = 7 po. 10 lig.		POIDS MOTEUR = 14 marcs. remou central = 32 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	8,00	14,60	17,50	20,92	32,12

EXPÉRIENCE CXLIX.

VAISSEAU N°. 14. haut. de la flot. = 7 po. 10 lig.		POIDS MOTEUR = 16 marcs. remou central = 36 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	7,80	13,80	16,25	19,81	30,41

EXPÉRIENCE CL.

VAISSEAU N°. 14. haut. de la flot. = 7 po. 10 lig.		POIDS MOTEUR = 18 marcs. remou central = 40 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	7,40	13,29	15,65	19,05	29,20

EXPÉRIENCE CLI.

VAISSEAU N°. 14. haut. de la flot. = 7 po. 10 lig.	POIDS MOTEUR = 20 marcs. remou central = 44 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvement en demi-fecondes.	0	7,00	12,79	15,10	18,26	28,10

EXPÉRIENCE CLII.

VAISSEAU N°. 14. haut. de la flot. = 7 po. 10 lig.	POIDS MOTEUR = 22 marcs. remou central = 47 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvement en demi-fecondes.	0	6,60	12,20	14,60	17,32	27,00

EXPÉRIENCE CLIII.

VAISSEAU N°. 14. haut. de la flot. = 7 po. 10 lig.	POIDS MOTEUR = 24 marcs. remou central = 50 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvement en demi-fecondes.	0	6,25	11,85	14,40	16,69	26,25

EXPÉRIENCE CLIV.

2e ligne de flottaison.

VAISSEAU N°. 14. haut. de la flot. = 12 po. 5 ½ lig.	POIDS MOTEUR = 10 marcs. remou central = 15 lig. remou latéral = − 2 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	11,81	21,60	25,54	30,46	47,18

EXPÉRIENCE CLV.

VAISSEAU N°. 14. haut. de la flot. = 12 po. 5 ½ lig.	POIDS MOTEUR = 12 marcs. remou central = 18 lig. remou latéral = − 2 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	11,00	19,80	23,12	27,50	42,85

EXPÉRIENCE CLVI.

VAISSEAU N°. 14. haut. de la flot. = 12 po. 5 ½ lig.	POIDS MOTEUR = 14 marcs. remou central = 20 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	10,09	17,84	22,00	25,00	39,45

EXPÉRIENCE CLVII.

VAISSEAU N°. 14. haut. de la flot. = 12 po. 5 ½ lig.	POIDS MOTEUR = 16 marcs. remou central = 24 lig.					
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvement en demi-fecondes.	0	9,30	16,90	20,10	23,60	37,15

EXPÉRIENCE CLVIII.

VAISSEAU N°. 14. haut. de la flot. = 12 po. 5 ½ lig.	POIDS MOTEUR = 18 marcs. remou central = 29 lig.					
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvement en demi-fecondes.	0	9,00	15,90	19,00	22,78	35,50

EXPÉRIENCE CLIX.

VAISSEAU N°. 14. haut. de la flot. = 12 po. 5 ½ lig.	POIDS MOTEUR = 20 marcs. remou central = 35 lig.					
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvement en demi-fecondes.	0	8,40	15,00	18,05	22,02	34,00

EXPÉRIENCE CLX.

VAISSEAU N°. 14. haut. de la flot. = 12 po. 5 $\frac{1}{2}$ lig.	POIDS MOTEUR = 24 marcs. remou central = 40 lig.					
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	7,80	14,00	16,70	19,81	31,10

EXPÉRIENCE CLXI.

VAISSEAU N°. 14. haut. de la flot. = 12 po. 5 $\frac{1}{2}$ lig.	POIDS MOTEUR = 28 marcs. remou central = 45 lig.					
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	7,00	13,04	16,15	18,61	29,30

EXPÉRIENCE CLXII.

VAISSEAU N°. 14. haut. de la flot. = 12 po. 5 $\frac{1}{2}$ lig.	POIDS MOTEUR = 30 marcs. remou central = 50 lig.					
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	6,50	12,20	15,15	17,44	27,55

EXPÉRIENCE CLXIII.

VAISSEAU N°. 14. haut. de la flot. = 15 po. 10 lig.	POIDS MOTEUR = 10 marcs. remou central = 18 lig. remou latéral = — 3 lig.					
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvem. en demi-secon.	0	12,98	23,76	27,66	33,62	51,50

3e ligne de flottaison.

EXPÉRIENCE CLXIV.

VAISSEAU N°. 14. haut. de la flot. = 15 po. 10 lig.	POIDS MOTEUR = 12 marcs. remou *.					
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	11,90	21,75	25,31	30,47	46,87

EXPÉRIENCE CLXV.

VAISSEAU N°. 14. haut. de la flot. = 15 po. 10 lig.	POIDS MOTEUR = 14 marcs. remou *.					
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	25	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	10,85	20,40	24,00	28,50	44,00

EXPÉRIENCE CLXVI.

VAISSEAU N°. 14. haut. de la flot. = 15 po. 10 lig.	POIDS MOTEUR = 16 marcs. remou central = 18 lig. remou latéral = 5 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvem. en demi-secon.	0	10,20	19,00	26,85	41,50

EXPÉRIENCE CLXVII.

VAISSEAU N°. 14. haut. de la flot. = 15 po. 10 lig.	POIDS MOTEUR = 18 marcs. remou central = 24 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	10,00	18,12	25,27	39,12

EXPÉRIENCE CLXVIII.

VAISSEAU N°. 14. haut. de la flot. = 15 po. 10 lig.	POIDS MOTEUR = 20 marcs. remou central = 30 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvem. en demi-secon.	0	9,70	16,62	23,82	36,94

EXPÉRIENCE

EXPÉRIENCE CLXIX.

N°. 15.

VAISSEAU N°. 15. haut. de la flot. = 12 po. 5 ½ lig.	POIDS MOTEUR = 16 marcs. remou *.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	9,08	17,21	25,22	41,00

EXPÉRIENCE CLXX.

VAISSEAU N°. 15. haut. de la flot. = 12 po. 5 ½ lig.	POIDS MOTEUR = 20 marcs. remou central = 18 lig. remou latéral = 12 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	8,00	15,33	23,08	37,50

EXPÉRIENCE CLXXI.

VAISSEAU N°. 15. haut. de la flot. = 12 po. 5 ½ lig.	POIDS MOTEUR = 24 marcs. remou central = 24 lig. remou latéral = 18 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	6,90	14,00	20,00	33,32

EXPÉRIENCE CLXXII.

VAISSEAU N°. 15. haut. de la flot. = 12 po. 5 $\frac{1}{2}$ lig.	POIDS MOTEUR = 28 marcs. remou central = 30 lig. remou latéral = 24 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvem. en demi-secon.	0	6,00	12,50	18,84	31,20

EXPÉRIENCE CLXXIII.

N°. 16.

VAISSEAU N°. 16. haut. de la flot. = 12 po. 5 $\frac{1}{2}$ lig.	POIDS MOTEUR = 12 marcs. remou *.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvem. en demi-secon.	0	9,22	17,55	25,25	40,33

EXPÉRIENCE CLXXIV.

VAISSEAU N°. 16. haut. de la flot. = 12 po. 5 $\frac{1}{2}$ lig.	POIDS MOTEUR = 16 marcs. remou *.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	8,22	15,60	22,50	35,95

EXPÉRIENCE CLXXV.

VAISSEAU N°. 16. haut. de la flot. = 12 po. 5 $\frac{1}{2}$ lig.	POIDS MOTEUR = 20 marcs. remou central = 18 lig. remou latéral = 12 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	7,22	13,92	20,10	32,15

EXPÉRIENCE CLXXVI.

VAISSEAU N°. 16. haut. de la flot. = 12 po. 5 $\frac{1}{2}$ lig.	POIDS MOTEUR = 24 marcs. remou *.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	6,25	12,37	18,05	29,00

EXPÉRIENCE CLXXVII.

VAISSEAU N°. 17. haut. de la flot. = 12 po. 5 $\frac{1}{2}$ lig.	POIDS MOTEUR = 12 marcs. remou central = 18 lig. remou latéral = 12 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	13,10	26,15	39,20	65,00

N°. 17.

EXPÉRIENCE CLXXVIII.

VAISSEAU N°. 17. haut. de la flot. = 12 po. $5\frac{1}{2}$ lig.	POIDS MOTEUR = 16 marcs. remou central = 24 lig. remou latéral = 18 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	11,10	23,13	34,63	57,50

EXPÉRIENCE CLXXIX.

VAISSEAU N°. 17. haut. de la flot. = 12 po. $5\frac{1}{2}$ lig.	POIDS MOTEUR = 20 marcs. remou *.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	9,20	19,90	30,13	51,00

EXPÉRIENCE CLXXX.

VAISSEAU N°. 17. haut. de la flot. = 12 po. $5\frac{1}{2}$ lig.	POIDS MOTEUR = 24 marcs. remou *.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvem. en demi-secon.	0	7,60	17,12	27,83	46,80

EXPÉRIENCE CLXXXI.

VAISSEAU N°. 18. haut. de la flot. = 12 po. 5 $\frac{1}{2}$ lig.	POIDS MOTEUR = 12 marcs. remou central = 19 lig. remou latéral = 13 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvem. en demi-secon.	0	11,60	24,00	35,50	59,00

N°. 18.

EXPÉRIENCE CLXXXII.

VAISSEAU N°. 18. haut. de la flot. = 12 po. 5 $\frac{1}{2}$ lig.	POIDS MOTEUR = 16 marcs. remou central = 24 lig. remou latéral = 18 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	9,20	20,15	31,50	52,40

EXPÉRIENCE CLXXXIII.

VAISSEAU N°. 18. haut. de la flot. = 12 po. 5 $\frac{1}{2}$ lig.	POIDS MOTEUR = 20 marcs. remou central = 30 lig. remou latéral = 24 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvem. en demi-secon.	0	9,00	19,10	28,60	47,50

EXPÉRIENCE CLXXXIV.

VAISSEAU N°. 18. haut. de la flot. = 12 po. 5 $\frac{1}{2}$ lig.	POIDS MOTEUR = 24 marcs. remou central = 36 lig. remou latéral = 30 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	8,80	18,72	27,79	44,89

RÉSISTANCE DE QUELQUES SURFACES COURBES.

EXPÉRIENCE CLXXXV.

N°. 19.

1e ligne de flottaison.

VAISSEAU N°. 19. haut. de la flot. = 7 po. 10 lig.	POIDS MOTEUR = 12 marcs. remou central = 26 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvem. en demi-secon.	0	8,06	16,07	22,75	36,00

EXPÉRIENCE CLXXXVI.

VAISSEAU N°. 19. haut. de la flot. = 7 po. 10 lig.	POIDS MOTEUR = 16 marcs. remou central = 33 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	7,40	13,75	20,20	32,20

EXPÉRIENCE CLXXXVII.

VAISSEAU N°. 19. haut. de la flot. = 7 po. 10 lig.	POIDS MOTEUR = 20 marcs. remou central = 40 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	6,92	12,68	18,76	29,60

EXPÉRIENCE CLXXXVIII.

VAISSEAU N°. 19. haut. de la flot. = 7 po. 10 lig.	POIDS MOTEUR = 24 marcs. remou central = 46 lig.				
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	6,28	11,83	17,33	27,40

EXPÉRIENCE CLXXXIX.

2e ligne de flottaiſon.

VAISSEAU N°. 19. haut. de la flot. = 12 po. 5 $\frac{1}{2}$ lig.		POIDS MOTEUR = 12 marcs. remou central = 20 lig.			
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	10,00	19,10	28,00	44,00

EXPÉRIENCE CXC.

VAISSEAU N°. 19. haut. de la flot. = 12 po. 5 $\frac{1}{2}$ lig.		POIDS MOTEUR = 16 marcs. remou central = 26 lig.			
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	9,12	17,18	24,37	38,50

EXPÉRIENCE CXCI.

VAISSEAU N°. 19. haut. de la flot. = 12 po. 5 $\frac{1}{2}$ lig.		POIDS MOTEUR = 20 marcs. remou central = 32 lig.			
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	8,70	16,05	22,60	35,40

EXPÉRIENCE CXCII.

VAISSEAU N°. 19. haut. de la flot. = 12 po. 5 ½ lig.	POIDS MOTEUR = 24 marcs; remou central = 38 lig.			
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	8,10	14,31	21,12	32,69

EXPÉRIENCE CXCIII.

VAISSEAU N°. 19. haut. de la flot. = 15 po. 10 lig.	POIDS MOTEUR = 12 marcs. remou central = 15 lig.			
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	11,31	21,75	31,12	49,31

3e ligne de flottaison.

EXPÉRIENCE CXCIV.

VAISSEAU Nº. 19. haut. de la flot. = 15 po. 10 lig.	POIDS MOTEUR = 16 marcs. remou central = 20 lig.			
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	9,20	18,00	26,32	42,62

EXPÉRIENCE CXCV.

N°. 20.

1e ligne de flottaiſon.

VAISSEAU N°. 20. haut de la flot. = 12 po. 8 lig.		POIDS MOTEUR = 6 marcs. remou central = 24 lig.		
Nombre de pieds parcourus.	0	10	25	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	9,10	20,55	35,70

EXPÉRIENCE CXCVI.

VAISSEAU N°. 20. haut. de la flot. = 12 po. 8 lig.		POIDS MOTEUR = 8 marcs. remou central = 30 lig.		
Nombre de pieds parcourus.	0	10	25	50
Tems du mouvem. en demi-ſecon.	0	7,87	18,00	31,18

EXPÉRIENCE CXCVII.

VAISSEAU N°. 20. haut. de la flot. = 12 po. 8 lig.		POIDS MOTEUR = 10 marcs. remou central = 38 lig.		
Nombre de pieds parcourus.	0	10	25	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	7,40	15,45	27,90

EXPÉRIENCE CXCVIII.

VAISSEAU N°. 20. haut. de la flot. = 12 po. 8 lig.	POIDS MOTEUR = 12 marcs. remou central = 48 lig.			
Nombre de pieds parcourus.	0	10	25	50
Tems du mouvement en demi-fecondes.	0	6,25	14,56	26,50

EXPÉRIENCE CXCIX.

VAISSEAU N°. 20. haut. de la flot. = 15 po. 11 lig.	POIDS MOTEUR = 8 marcs. remou central = 33 lig.			
Nombre de pieds parcourus.	0	10	25	50
Tems du mouvement en demi-fecondes.	0	9,94	20,71	36,69

2e ligne de flottaiſon.

EXPÉRIENCE CC.

VAISSEAU N°. 20. haut. de la flot. = 15 po. 11 lig.	POIDS MOTEUR = 10 marcs. remou central = $36\frac{1}{2}$ lig.			
Nombre de pieds parcourus.	0	10	25	50
Tems du mouvement en demi-fecondes.	0	7,82	17,89	32,50

EXPÉRIENCE CCI.

VAISSEAU N°. 20. haut. de la flot. = 15 po. 11 lig.		POIDS MOTEUR = 12 marcs. remou central = 40 lig.	
Nombre de pieds parcourus.	0	10	25	50
Tems du mouvem. en demi-secon.	0	7,00	17,00	30,75

CHAPITRE III.

Expériences ſur la Réſiſtance des Fluides dans des canaux étroits.

1. DANS le baſſin qui a ſervi aux Expériences précédentes, on a établi (Pl. III, Fig. 1, 2, 3), à une certaine profondeur, un plancher bien horizontal qui avoit environ 75 pieds de longueur ſur 11 pieds de largeur. Deux cloiſons verticales & ſans ceſſe parallèles, s'approchent ou s'éloignent l'une de l'autre pour former un canal plus ou moins étroit; elles ſont ſoutenues par des traverſes qui gliſſent dans des fentes qu'on a pratiquées à travers des pieux verticaux qui forment deux rangées parallèles, diſtantes l'une de l'autre d'environ 6 pieds 10 pouces. Plan. III; Fig. 1, 2, 3.

La Figure 1 repréſente le plan du baſſin, du plancher & du canal. La Figure 2 eſt la coupe verticale & longitudinale du canal; & la Figure 3 en eſt la coupe verticale & latitudinale.

2. LORSQUE le canal étoit fort étroit, il n'a jamais été poſſible de faire aller le bateau en ligne droite avec le ſecours d'un gouvernail. On a employé, pour cela, quatre poulies égales, bien mobiles, aſſemblées deux à deux dans une même chappe; l'un des aſſemblages étoit fixé au milieu de la tête de la proue, l'autre

au milieu de la tête de la poupe ; une corde tendue horizontalement avec force à l'aide d'un treuil, ſuivant la direction du milieu du canal, paſſoit entre chaque paire de poulies ; & le bateau étoit obligé de ſuivre la direction de cette corde qui faiſoit tourner de part & d'autre les poulies en ſens contraires, ſans frottement bien ſenſible. Les poulies, qui ſont toutes les quatre de bois de buis, ont chacune 1 pouce 7 lignes $\frac{1}{2}$ de diamètre ; & leurs tourillons qui ſont de cuivre, ainſi que les chappes, ont une ligne $\frac{1}{4}$ de diamètre.

On voit (Fig. 4) le plan d'un aſſemblage de pou-
Fig. 4 & 5. lies ; & (Fig. 5), ſa coupe verticale & perpendiculaire à la direction du mouvement.

3. DANS la plupart des Expériences qui ſuivent, le canal eſt ouvert par les deux bouts, pour permettre au Fluide de fuir devant le bateau, & au Fluide poſtérieur de le ſuivre, comme cela arrive dans un canal étroit de longueur indéfinie. Mais nous avons fait auſſi quelques Expériences, les deux bouts du canal étant fermés, pour comparer les réſultats de cette hypothèſe avec ceux du premier cas.

Par la profondeur de l'eau dans le canal, nous entendrons toujours la hauteur de l'eau au-deſſus du plancher qui forme le fond du canal. Nous avons varié cette profondeur, en introduiſant plus ou moins d'eau dans le baſſin.

LE CANAL ÉTANT OUVERT PAR LES DEUX BOUTS.

RÉSISTANCE DIRECTE.

EXPÉRIENCE I.

PROFON. du canal = 15 po. 2 lig.
largeur du canal = 28 po. $\frac{1}{2}$.
VAISSEAU N°. 1.
haut. de la flottaiſon = 1 pied.

POIDS MOTEUR = 16 marcs.
remou central = 22 lig.
remou latéral = 12 lig.

1e profondeur & 1e largeur du canal.

N°. 1.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	11,04	21,61	31,82	50,86

EXPÉRIENCE II.

PROFON. du canal = 15 po. 2 lig.
largeur du canal = 28 po. $\frac{1}{2}$.
VAISSEAU N°. 1.
haut. de la flottaiſon = 1 pied.

POIDS MOTEUR = 20 marcs.
remou central = 26 lig.
remou latéral = 21 lig.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	10,80	20,35	29,70	46,95

EXPÉRIENCE III.

PROFON. du canal = 15 po. 2 lig.
largeur du canal = 28 po. 6 lig.
VAISSEAU N°. 1.
haut. de la flottaiſon = 1 pied.

POIDS MOTEUR = 24 marcs.
remou central = 30 lig.
remou latéral = 24 lig.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	9,85	17,90	26,35	42,30

EXPÉRIENCE IV.

PROFON. du canal = 15 po. 2 lig.
largeur du canal = 28 po. 6 lig.
VAISSEAU N°. 1.
haut. de la flottaiſon = 1 pied.

POIDS MOTEUR = 28 marcs.
remou central = 35 lig.
remou latéral = 30 lig.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	9,00	17,20	25,20	39,80

EXPÉRIENCE V.

PROFON. du canal = 15 po. 2 lig.
largeur du canal = 28 po. 6 lig.
VAISSEAU N°. 1.
haut. de la flottaiſon = 1 pied.

POIDS MOTEUR = 32 marcs.
remou central = 40 lig.
remou latéral = 34 lig.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	8,30	16,50	24,25	38,65

EXPÉRIENCE VI.

N°. 2.

PROFON. du canal = 15 po. 2 lig.
largeur du canal = 28 po. 6 lig.
VAISSEAU N°. 2.
haut. de la flottaiſon = 1 pied.

POIDS MOTEUR = 32 marcs.
remou central = 18 lig.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	17,08	31,96	45,58	68,83

EXPÉRIENCE VII.

PROFON. du canal = 15 po. 2 lig.
largeur du canal = 28 po. 6 lig.
VAISSEAU N°. 2.
haut. de la flottaiſon = 1 pied.

POIDS MOTEUR = 40 marcs.
remou central = 24 lig.
remou latéral = 18 lig.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	15,75	29,41	41,50	62,75

EXPÉRIENCE VIII.

PROFON. du canal = 15 po. 2 lig.
largeur du canal = 28 po. 6 lig.
VAISSEAU N°. 2.
haut. de la flottaiſon = 1 pied.

POIDS MOTEUR = 48 marcs.
remou central = 30 lig.
remou latéral = 24 lig.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	15,33	27,66	39,41	59,33

EXPÉRIENCE IX.

PROFON. du canal = 15 po. 2 lig.
largeur du canal = 28 po. 6 lig.
VAISSEAU N°. 2.
haut. de la flottaiſon = 1 pied.

POIDS MOTEUR = 56 marcs.
remou central = 34 lig.
remou latéral = 26 lig.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	13,70	25,50	36,30	54,80

EXPÉRIENCE X.

N°. 4.

PROFON. du canal = 15 po. 2 lig.
largeur du canal = 28 po. 6 lig.
VAISSEAU N°. 4.
haut. de la flot. = 12 po. 5 ½ lig.

POIDS MOTEUR = 24 marcs.
remou central = 18 lig.
remou latéral = 12 lig.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	17,14	32,75	45,96	69,86

EXPÉRIENCE XI.

PROFON. du canal = 15 po. 2 lig.
largeur du canal = 28 po. 6 lig.
VAISSEAU N°. 4.
haut. de la flot. = 12 po. 5 ½ lig.

POIDS MOTEUR = 32 marcs.
remou central = 24 lig.
remou latéral = 18 lig.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvem. en demi-ſecon.	0	15,05	28,40	40,60	61,80

EXPÉRIENCE XII.

PROFON. du canal = 15 po. 2 lig.
largeur du canal = 28 po. 6 lig.
VAISSEAU N°. 4.
haut. de la flot. = 12 po. 5 ½ lig.

POIDS MOTEUR = 40 marcs.
remou central = 30 lig.
remou latéral = 21 lig.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvem. en demi-secon.	0	13,65	25,45	36,50	55,65

EXPÉRIENCE XIII.

PROFON. du canal = 15 po. 2 lig.
largeur du canal = 28 po. 6 lig.
VAISSEAU N°. 4.
haut de la flot. = 12 po. 5 ½ lig.

POIDS MOTEUR = 48 marcs.
remou central = 36 lig.
remou latéral = 24 lig.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	13,00	24,50	35,00	52,50

EXPÉRIENCE XIV.

PROFON. du canal = 15 po. 2 lig.
largeur du canal = 28 po. 6 lig.
VAISSEAU N°. 5.
haut. de la flot. = 12 po. 5 ½ lig.

POIDS MOTEUR = 24 marcs.
remou central = 18 lig.
remou latéral = 12 lig.

N°. 5.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	16,62	31,46	44,94	68,79

EXPÉRIENCE XV.

PROFON. du canal = 15 po. 2 lig.
largeur du canal = 28 po. 6 lig.
VAISSEAU N°. 5.
haut. de la flot. = 12 po. 5 $\frac{1}{2}$ lig.

POIDS MOTEUR = 32 marcs.
remou central = 22 lig.
remou latéral = 16 lig.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	15,00	27,90	40,25	61,40

EXPÉRIENCE XVI.

PROFON. du canal = 15 po. 2 lig.
largeur du canal = 28 po. 6 lig.
VAISSEAU N°. 5.
haut. de la flot. = 12 po. 5 $\frac{1}{2}$ lig.

POIDS MOTEUR = 40 marcs.
remou central = 26 lig.
remou latéral = 20 lig.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	13,04	25,29	35,63	54,29

EXPÉRIENCE XVII.

PROFON. du canal = 15 po. 2 lig.
largeur du canal = 28 po. 6 lig.
VAISSEAU N°. 5.
haut. de la flot. = 12 po. 5 $\frac{1}{2}$ lig.

POIDS MOTEUR = 48 marcs.
remou central = 30 lig.
remou latéral = 24 lig.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	11,65	22,95	32,70	49,85

EXPÉRIENCE XVIII.

PROFON. du canal = 15 po. 2 lig.
largeur du canal = 28 po. 6 lig.
VAISSEAU N°. 6.
haut. de la flot. = 12 po. 8 lig.

POIDS MOTEUR = 24 marcs.
remou central = 15 lig.
remou latéral = 9 lig.

N°. 6.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-fecondes.	0	14,55	27,65	39,95	61,30

EXPÉRIENCE XIX.

PROFON. du canal = 15 po. 2 lig.
largeur du canal = 28 po. 6 lig.
VAISSEAU N°. 6.
haut. de la flot. = 12 po. 8 lig.

POIDS MOTEUR = 32 marcs.
remou central = 18 lig.
remou latéral = 12 lig.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-fecondes.	0	12,80	24,25	34,65	53,45

EXPÉRIENCE XX.

PROFON. du canal = 15 po. 2 lig.
largeur du canal = 28 po. 6 lig.
VAISSEAU N°. 6.
haut. de la flot. = 12 po. 8 lig.

POIDS MOTEUR = 40 marcs.
remou central = 24 lig.
remou latéral = 18 lig.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-fecondes.	0	11,05	21,00	30,55	47,45

EXPÉRIENCE XXI.

PROFON. du canal = 15 po. 2 lig.
largeur du canal = 28 po. 6 lig.
VAISSEAU N°. 6.
haut. de la flot. = 12 po. 8 lig.

POIDS MOTEUR = 48 marcs.
remou *.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	10,15	19,95	28,75	44,31

EXPÉRIENCE XXII.

1e profondeur & 2e largeur du canal.

N°. 1.

PROFON. du canal = 15 po. 2 lig.
largeur du canal = 40 pouces.
VAISSEAU N°. 1.
haut. de la flottaison = 1 pied.

POIDS MOTEUR = 16 marcs.
remou central = 24 lig.
remou latéral = 18 lig.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	9,70	18,80	27,90	45,10

EXPÉRIENCE XXIII.

PROFON. du canal = 15 po. 2 lig.
largeur du canal = 40 pouces.
VAISSEAU N°. 1.
haut. de la flottaison = 1 pied.

POIDS MOTEUR = 20 marcs.
remou central = 30 lig.
remou latéral = 24 lig.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	8,60	16,85	25,25	41,00

EXPÉRIENCE XXIV.

PROFON. du canal = 15 po. 2 lig.
largeur du canal = 40 pouces.
VAISSEAU N°. 1.
haut. de la flottaiſon = 1 pied.

POIDS MOTEUR = 24 marcs.
remou central = 36 lig.
remou latéral = 24 lig.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvem. en demi-ſecon.	0	8,40	16,05	24,10	38,50

EXPÉRIENCE XXV.

PROFON. du canal = 15 po. 2 lig.
largeur du canal = 40 pouces.
VAISSEAU N°. 1.
haut. de la flottaiſon = 1 pied.

POIDS MOTEUR = 32 marcs.
remou central = 48 lig.
remou latéral = 40 lig.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	7,37	14,30	21,71	34,81

EXPÉRIENCE XXVI.

PROFON. du canal = 15 po. 2 lig.
largeur du canal = 40 pouces.
VAISSEAU N°. 2.
haut. de la flottaiſon = 1 pied.

POIDS MOTEUR = 32 marcs.
remou central = 24 lig.
remou latéral = 20 lig.

N°. 2.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvem. en demi-ſecon.	0	13,85	26,70	38,30	60,10

EXPÉRIENCE XXVII.

PROFON. du canal = 15 po. 2 lig.
largeur du canal = 40 pouces.
VAISSEAU N°. 2.
haut. de la flottaiſon = 1 pied.

POIDS MOTEUR = 40 marcs.
remou central = 30 lig.
remou latéral = 24 lig.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	12,25	24,05	35,05	54,75

EXPÉRIENCE XXVIII.

PROFON. du canal = 15 po. 2 lig.
largeur du canal = 40 pouces.
VAISSEAU N°. 2.
haut. de la flottaiſon = 1 pied.

POIDS MOTEUR = 48 marcs.
remou central = 36 lig.
remou latéral = 28 lig.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	11,90	22,65	32,90	51,00

EXPÉRIENCE XXIX.

N°. 5.

PROFON. du canal = 15 po. 2 lig.
largeur du canal = 40 pouces.
VAISSEAU N°. 5.
haut. de la flot. = 12 po. 5 $\frac{1}{2}$ lig.

POIDS MOTEUR = 24 marcs.
remou central = 24 lig.
remou latéral = 18 lig.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvem. en demi-ſecon.	0	14,75	28,00	40,75	63,37

EXPÉRIENCE XXX.

PROFON. du canal = 15 po. 2 lig.
largeur du canal = 40 pouces.
VAISSEAU N°. 5.
haut. de la flot. = 12 po. 5 $\frac{1}{2}$ lig.

POIDS MOTEUR = 32 marcs.
remou central = 29 lig.
remou latéral = 21 lig.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-fecondes.	0	12,30	23,80	34,75	54,60

EXPÉRIENCE XXXI.

PROFON. du canal = 15 po. 2 lig.
largeur du canal = 40 pouces.
VAISSEAU N°. 5.
haut. de la flot. = 12 po. 5 $\frac{1}{2}$ lig.

POIDS MOTEUR = 40 marcs.
remou central = 34 lig.
remou latéral = 24 lig.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-fecondes.	0	11,50	21,87	31,82	49,62

EXPÉRIENCE XXXII.

PROFON. du canal = 15 po. 2 lig.
largeur du canal = 40 pouces.
VAISSEAU N°. 5.
haut. de la flot. = 12 po. 5 $\frac{1}{2}$ lig.

POIDS MOTEUR = 48 marcs.
remou central = 38 lig.
remou latéral = 30 lig.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-fecondes.	0	10,25	20,35	29,95	46,25

EXPÉRIENCE XXXIII.

N°. 6.

PROFON. du canal = 15 po. 2 lig.
largeur du canal = 40 pouces.
VAISSEAU N°. 6.
haut. de la flot = 12 po. 8 lig.

POIDS MOTEUR = 24 marcs.
remou central = 24 lig.
remou latéral = 20 lig.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-fecondes.	0	12,16	22,48	33,19	53,00

EXPÉRIENCE XXXIV.

PROFON. du canal = 15 po. 2 lig.
largeur du canal = 40 pouces.
VAISSEAU N°. 6.
haut. de la flot. = 12 po. 8 lig.

POIDS MOTEUR = 32 marcs.
remou central = 30 lig.
remou latéral = 24 lig.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-fecondes.	0	9,79	19,59	28,76	46,00

EXPÉRIENCE XXXV.

PROFON. du canal = 15 po. 2 lig.
largeur du canal = 40 pouces.
VAISSEAU N°. 6.
haut. de la flot. = 12 po. 8 lig.

POIDS MOTEUR = 40 marcs.
remou central = 36 lig.
remou latéral = 30 lig.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-fecondes.	0	9,00	18,00	26,15	42,00

EXPÉRIENCE XXXVI.

PROFON. du canal = 15 po. 6 lig.
largeur du canal = 75 pouces.
VAISSEAU N°. 1.
haut. de la flottaiſon = 1 pied.

POIDS MOTEUR = 16 marcs.
remou central = 24 lig.
remou latéral = 20 lig.

2e profondeur & 3e largeur du canal.

N°. 1.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvem. en demi-ſecon.	0	8,58	17,00	24,75	40,00

EXPÉRIENCE XXXVII.

PROFON. du canal = 15 po. 6 lig.
largeur du canal = 75 pouces.
VAISSEAU N°. 1.
haut. de la flottaiſon = 1 pied.

POIDS MOTEUR = 20 marcs.
remou central = 28 lig.
remou latéral = 23 lig.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	7,50	14,10	21,25	35,00

EXPÉRIENCE XXXVIII.

PROFON. du canal = 15 po. 6 lig.
largeur du canal = 75 pouces.
VAISSEAU N°. 1.
haut. de la flottaiſon = 1 pied.

POIDS MOTEUR = 24 marcs.
remou central = 32 lig.
remou latéral = 26 lig.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	6,40	13,00	20,00	33,00

EXPÉRIENCE XXXIX.

N°. 2.

PROFON. du canal = 15 po. 6 lig.
largeur du canal = 75 pouces.
VAISSEAU N°. 2.
haut. de la flottaiſon = 1 pied.

POIDS MOTEUR = 32 marcs.
remou central = 30 lig.
remou latéral = 24 lig.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	10,42	20,00	29,83	47,83

EXPÉRIENCE XL.

PROFON. du canal = 15 po. 6 lig.
largeur du canal = 75 pouces.
VAISSEAU N°. 2.
haut. de la flottaiſon = 1 pied.

POIDS MOTEUR = 40 marcs.
remou central = 38 lig.
remou latéral = 30 lig.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	9,60	18,70	27,40	44,00

EXPÉRIENCE XLI.

PROFON. du canal = 15 po. 6 lig.
largeur du canal = 75 pouces.
VAISSEAU N°. 2.
haut. de la flottaiſon = 1 pied.

POIDS MOTEUR = 48 marcs.
remou *.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	8,85	16,85	25,25	40,55

EXPÉRIENCE XLII.

PROFON. du canal = 15 po. 6 lig.
largeur du canal = 75 pouces.
VAISSEAU N°. 5.
haut. de la flot. = 12 po. 5 ½ lig

POIDS MOTEUR = 24 marcs.
remou central = 26 lig.
remou latéral = 22 lig.

N°. 5.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	10,00	21,00	31,00	51,07

EXPÉRIENCE XLIII.

PROFON. du canal = 15 po. 6 lig.
largeur du canal = 75 pouces.
VAISSEAU N°. 5.
haut. de la flot. = 12 po. 5 ½ lig.

POIDS MOTEUR = 32 marcs.
remou central = 34 lig.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	9,50	20,00	28,60	46,10

EXPÉRIENCE XLIV.

PROFON. du canal = 15 po. 6 lig.
largeur du canal = 75 pouces.
VAISSEAU N°. 5.
haut. de la flot. = 12 po. 5 ½ lig.

POIDS MOTEUR = 40 marcs.
remou central = 39 lig.
remou latéral = 32 lig.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	8,79	17,67	27,00	43,00

EXPÉRIENCE XLV.

PROFON. du canal = 15 po. 6 lig.
largeur du canal = 75 pouces.
VAISSEAU N°. 5.
haut. de la flot. = 12 po. 5 $\frac{1}{2}$ lig.

POIDS MOTEUR = 48 marcs.
remou central = 48 lig.
remou latéral = 40 lig.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	8,15	17,04	25,00	40,00

EXPÉRIENCE XLVI.

N°. 6.

PROFON. du canal = 15 po. 6 lig.
largeur du canal = 75 pouces.
VAISSEAU N°. 6.
haut. de la flot. = 12 po. 8 lig.

POIDS MOTEUR = 24 marcs.
remou central = 24 lig.
remou latéral = 20 lig.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	9,75	19,00	27,90	45,60

EXPÉRIENCE XLVII.

PROFON. du canal = 15 po. 6 lig.
largeur du canal = 75 pouces.
VAISSEAU N°. 6.
haut. de la flot. = 12 po. 8 lig.

POIDS MOTEUR = 32 marcs.
remou central = 34 lig.
remou latéral = 28 lig.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvem. en demi-secon.	0	8,55	16,60	24,60	40,10

EXPÉRIENCE XLVIII.

PROFON. du canal = 15 po. 6 lig.
largeur du canal = 75 pouces.
VAISSEAU N°. 6.
haut. de la flot. = 12 po 8 lig.

POIDS MOTEUR = 40 marcs.
remou central = 44 lig.
remou latéral = 34 lig.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-fecondes.	0	7,70	15,10	22,20	36,10

EXPÉRIENCE XLIX.

PROFON. du canal = 15 po. 4 lig.
largeur du canal indéfinie.
VAISSEAU N°. 2.
haut. de la flottaiſon = 1 pied.

POIDS MOTEUR = 32 marcs.
remou central = 36 lig.
remou latéral = 30 lig.

3e profondeur & 4e largeur du canal.

N°. 2.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-fecondes.	0	9,00	17,00	25,25	41,66

EXPÉRIENCE L.

PROFON. du canal = 15 po. 4 lig.
largeur du canal indéfinie.
VAISSEAU N°. 2.
haut. de la flottaiſon = 1 pied.

POIDS MOTEUR = 40 marcs.
remou central = 42 lig.
remou latéral = 34 lig.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-fecondes.	0	7,87	15,00	22,76	37,56

EXPÉRIENCE LI.

PROFON. du canal = 15 po. 4 lig. largeur du canal indéfinie.
VAISSEAU N°. 2.
haut. de la flottaiſon = 1 pied.

POIDS MOTEUR = 48 marcs.
remou central = 48 lig.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	7,00	14,37	21,62	35,37

EXPÉRIENCE LII.

N°. 5.

PROFON. du canal = 15 po. 4 lig. largeur du canal indéfinie.
VAISSEAU N°. 5.
haut. de la flot. = 12 po. 5 $\frac{1}{2}$ lig.

POIDS MOTEUR = 32 marcs.
remou central = 36 lig.
remou latéral = 30 lig.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvem. en demi-ſecon.	0	9,25	17,37	25,56	41,50

EXPÉRIENCE LIII.

PROFON. du canal = 15 po. 4 lig. largeur du canal indéfinie.
VAISSEAU N°. 5.
haut. de la flot. = 12 po. 5 $\frac{1}{2}$ lig.

POIDS MOTEUR = 40 marcs.
remou central = 42 lig.
remou latéral = 36 lig.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	7,87	15,20	22,50	37,00

EXPÉRIENCE LIV.

PROFON. du canal = 15 po. 4 lig.
largeur du canal indéfinie.
VAISSEAU N°. 5.
haut. de la flot. = 12 po. 5 ½ lig.

POIDS MOTEUR = 48 marcs.
remou central = 48 lig.
remou latéral = 42 lig.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	7,31	14 87	21,87	35,25

EXPÉRIENCE LV.

PROFON. du canal = 27 po. 3 lig.
largeur du canal indéfinie.
VAISSEAU N°. 2.
haut. de la flottaison = 1 pied.

POIDS MOTEUR = 32 marcs.
remou central = 30 lig.
remou latéral = 24 lig.

4e profondeur & largeur indéfinie du canal.

N°. 2.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	8,10	16,45	24,65	40,65

EXPÉRIENCE LVI.

PROFON. du canal = 27 po. 3 lig.
largeur du canal indéfinie.
VAISSEAU N°. 2.
haut. de la flottaison = 1 pied.

POIDS MOTEUR = 40 marcs.
remou central = 39 lig.
remou latéral = 33 lig.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	7,50	13,90	21,10	35,60

EXPÉRIENCE LVII.

PROFON. du canal = 27 po. 3 lig. largeur du canal indéfinie.
VAISSEAU N°. 2.
haut. de la flottaiſon = 1 pied.

POIDS MOTEUR = 48 marcs.
remou central = 46 lig.
remou latéral = 38 lig.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	6,80	12,80	19,05	32,55

EXPÉRIENCE LVIII.

N°. 5.

PROFON. du canal = 27 po. 3 lig. largeur du canal indéfinie.
VAISSEAU N°. 5.
haut. de la flot. = 12 po. 5 $\frac{1}{2}$ lig.

POIDS MOTEUR = 32 marcs.
remou central = 30 lig.
remou latéral = 18 lig.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	8,50	16,25	23,87	39,00

EXPÉRIENCE LIX.

PROFON. du canal = 27 po. 3 lig. largeur du canal indéfinie.
VAISSEAU N°. 5.
haut. de la flot. = 12 po. 5 $\frac{1}{2}$ lig.

POIDS MOTEUR = 40 marcs.
remou central = 36 lig.
remou latéral = 24 lig.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	7,37	14,56	21,55	35,15

EXPÉRIENCE LX.

PROFON. du canal = 27 po. 3 lig.
largeur du canal indéfinie.
VAISSEAU N°. 5.
haut. de la flot. = 12 po. $5\frac{1}{2}$ lig.

POIDS MOTEUR = 48 marcs.
remou central = 42 lig.
remou latéral = 32 lig.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	6,46	12,52	19,25	31,83

RÉSISTANCE OBLIQUE.

EXPÉRIENCE LXI.

PROFON. du canal = 15 pouc. $\frac{1}{2}$.
largeur du canal = 28 pouc. $\frac{1}{2}$.
VAISSEAU N°. 7.
haut. de la flottaison = 1 pied.

POIDS MOTEUR = 16 marcs.
remou central = 14 lig.

2e profondeur & 1e largeur du canal.

N°. 7.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	8,90	18,10	26,40	42,80

EXPÉRIENCE LXII.

PROFON. du canal = 15 pouc. $\frac{1}{2}$.
largeur du canal = 28 pouc. $\frac{1}{2}$.
VAISSEAU N°. 7.
haut. de la flottaiſon = 1 pied.

POIDS MOTEUR = 20 marcs.
remou central = 18 lig.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	8,10	16,28	24,12	39,37

EXPÉRIENCE LXIII.

PROFON. du canal = 15 pouc. $\frac{1}{2}$.
largeur du canal = 28 pouc. $\frac{1}{2}$.
VAISSEAU N°. 7.
haut. de la flottaiſon = 1 pied.

POIDS MOTEUR = 24 marcs.
remou central = 24 lig.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	7,40	15,32	22,80	37,25

EXPÉRIENCE LXIV.

N°. 9.

PROFON. du canal = 15 pouc. $\frac{1}{2}$.
largeur du canal = 28 pouc. $\frac{1}{2}$.
VAISSEAU N°. 9.
haut. de la flottaiſon = 1 pied.

POIDS MOTEUR = 32 marcs.
remou central = 18 lig.
remou latéral = 12 lig.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvem. en demi-ſecon.	0	16,12	29,52	41,87	64,83

EXPÉRIENCE LXV.

PROFON. du canal = 15 pouc. $\frac{1}{3}$.
largeur du canal = 28 pouc. $\frac{1}{2}$.
VAISSEAU N°. 9.
haut. de la flottaiſon = 1 pied.

POIDS MOTEUR = 40 marcs.
remou central = 24 lig.
remou latéral = 18 lig.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvem. en demi-ſecon.	0	14,87	26,87	38,47	59,60

EXPÉRIENCE LXVI.

PROFON. du canal = 15 pouc. $\frac{1}{3}$.
largeur du canal = 28 pouc. $\frac{1}{2}$.
VAISSEAU N°. 9.
haut. de la flottaiſon = 1 pied.

POIDS MOTEUR = 48 marcs.
remou central = 30 lig.
remou latéral = 24 lig.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	13,30	24,50	35,40	54,50

LE CANAL ÉTANT FERMÉ PAR LES DEUX BOUTS.

RÉSISTANCE DIRECTE.

EXPÉRIENCE LXVII.

2e profondeur & 1e largeur du canal.

N 1.

PROFON. du canal = 15 pouc. $\frac{1}{2}$.
largeur du canal = 28 pouc. $\frac{1}{2}$.
VAISSEAU N°. 1.
aut. de la flottaiſon = 1 pied.

POIDS MOTEUR = 16 marcs.
remou central = 24 lig.
remou latéral = 18 lig.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	10,00	20,25	30,00	49,00

EXPÉRIENCE LXVIII.

PROFON. du canal = 15 pouc. $\frac{1}{2}$.
largeur du canal = 28 pouc. $\frac{1}{2}$.
VAISSEAU N°. 1.
haut. de la flottaiſon = 1 pied.

POIDS MOTEUR = 20 marcs.
remou central = 30 lig.
remou latéral = 24 lig.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	9,60	18,87	27,87	45,12

EXPÉRIENCE LXIX.

PROFON. du canal = 15 pouc. $\frac{1}{2}$.
largeur du canal = 28 pouc. $\frac{1}{2}$.
VAISSEAU N°. 1.
haut. de la flottaiſon = 1 pied.

POIDS MOTEUR = 24 marcs.
remou central = 36 lig.
remou latéral = 30 lig.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	8,80	17,50	25,81	41,94

EXPÉRIENCE LXX.

PROFON. du canal = 15 pouc. $\frac{1}{2}$.
largeur du canal = 28 pouc. $\frac{1}{2}$.
VAISSEAU N°. 2.
haut. de la flottaiſon = 1 pied.

POIDS MOTEUR = 32 marcs.
remou central = 18 lig.
remou latéral = 12 lig.

N°. 2.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	27,40	30,00	43,40	69,80

EXPÉRIENCE LXXI.

PROFON. du canal = 15 pouc. $\frac{1}{2}$.
largeur du canal = 28 pouc. $\frac{1}{2}$.
VAISSEAU N°. 2.
haut. de la flottaiſon = 1 pied.

POIDS MOTEUR = 40 marcs.
remou central = 24 lig.
remou latéral = 18 lig.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-ſecondes.	0	14,10	27,11	39,80	64,20

EXPÉRIENCE LXXII.

PROFON. du canal = 15 pouc. $\frac{1}{2}$. largeur du canal = 28 pouc. $\frac{1}{2}$. VAISSEAU N°. 2. haut. de la flottaiſon = 1 pied.				POIDS MOTEUR = 48 marcs. remou central = 30 lig. remou latéral = 24 lig.	
Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvem. en demi-ſecon.	0	13,60	25,80	37,65	60,60

REMARQUE.

Dans les Expériences ſur le fluide indéfini, qui ſont la matière du Chapitre précédent, nous avons employé des gouvernails pour faire aller nos bateaux en ligne droite; dans celles du préſent Chapitre, nous avons employé, pour le même objet, une corde tendue qui paſſoit de la poupe à la proue entre deux paires de poulies mobiles, ainſi qu'il a été expliqué. Reſte à ſavoir ſi les réſiſtances occaſionnées par ces deux moyens ſont les mêmes, du moins à peu près, & ſi elles ne produiſent pas des différences ſenſibles dans les viteſſes des bateaux. Pour éclaircir ce doute, nous avons fait les trois Expériences ſuivantes dans leſquelles chaque vaiſſeau eſt dirigé par un gouvernail, & qu'il faut comparer chacune à chacune des Expériences XXXIX, XL & XLI. En faiſant cette comparaiſon, on verra que la réſiſtance occaſionnée par les poulies eſt plus grande que celle qui eſt occaſionnée par le gouvernail; mais la différence eſt légère, & peut ſe négliger ſans craindre d'erreur ſenſible.

EXPÉRIENCE LXXIII.

PROFON. du canal = 15 pouc. $\frac{1}{2}$. largeur du canal = 75 pouces. VAISSEAU N°. 2. haut de la flottaison = 1 pied. | POIDS MOTEUR = 32 marcs. remou *.

N°. 2.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	10,00	19,96	29,25	47,15

EXPÉRIENCE LXXIV.

PROFON. du canal = 15 pouc. $\frac{1}{2}$. largeur du canal = 75 pouces. VAISSEAU N°. 2. haut. de la flottaison = 1 pied. | POIDS MOTEUR = 40 marcs. remou *.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	9,35	18,25	27,05	43,80

EXPÉRIENCE LXXV.

PROFON. du canal = 15 pouc. $\frac{1}{2}$. largeur du canal = 75 pouces. VAISSEAU N°. 2. haut. de la flottaison = 1 pied. | POIDS MOTEUR = 48 marcs. remou *.

Nombre de pieds parcourus.	0	10	20	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	8,65	16,70	25,15	40.45

CHAPITRE IV.

Addition aux deux Chapitres précédents.

1. LES Expériences qui font l'objet de cette addition, nous ayant paru un peu moins exactes que les précédentes, nous avions d'abord réſolu de les ſupprimer. Mais après les avoir diſcutées, nous avons vu que nonobſtant certaines irrégularités auxquelles les mouvements ſont ici ſujets, comme nous l'obſerverons plus expreſſément tout-à l'heure, ces nouvelles Expériences ſuivent entr'elles la même loi qui règne entre toutes les autres de même nature; c'eſt ce qui nous détermine à les donner par ſupplément. Elles ont l'avantage de faire connoître, du moins à peu près, les réſiſtances pour des proues fort étendues en ſuperficie.

Pl. V. N°. 21 & 22.

2. LE bateau N°. 21 eſt le N°. 5 qu'on fait mouvoir maintenant, de telle ſorte que ſa grande face, qui a 4 pieds de largeur, ſert de proue; & le N°. 22 n'eſt autre choſe que le N°. 21 auquel on a adapté une proue triangulaire dont la hauteur $DQ = 1$ pied.

3. LES bateaux dont il s'agit, vont en ſerpentant, plus ou moins, ſoit qu'on employe un gouvernail,

ou une corde tendue, pour les faire aller en ligne droite. Ces ſerpentements tendent à diminuer la viteſſe de tranſlation ; mais ſur les 20 derniers pieds, ils ſont preſque nuls, & on peut alors regarder le mouvement comme ſenſiblement rectiligne & uniforme. Si donc le tems obſervé pour une courſe entière du bateau, eſt un peu trop long, du moins celui que nous avons trouvé qui répond aux 20 derniers pieds, ne doit pas excéder beaucoup ſa vraie valeur.

4. DANS les quatorze premières Expériences qui ſuivent, le bateau eſt dirigé par un gouvernail, & le fluide eſt indéfini en tous ſens. Dans les trois autres, le bateau eſt dirigé par une corde tendue ; le fluide eſt indéfini en largeur ſeulement ; le plancher qui a ſervi pour les Expériences dans les canaux étroits, exiſte ici ; & la profondeur du fluide au-deſſus de ce plancher, eſt de 27 pouces 3 lignes.

EXPÉRIENCE I.

N°. 21.

VAISSEAU N°. 21. haut. de la flot. = 12 po. 5 ½ lig.	POIDS MOTEUR = 16 marcs. remou central = 2 lig.			
Nombre de pieds parcourus.	0	20	30	50
Tems du mouvem. en demi-secon.	0	37,45	55,00	91,00

EXPÉRIENCE II.

VAISSEAU N°. 21. haut. de la flot. = 12 po. 5 ½ lig.	POIDS MOTEUR = 20 marcs. remou central = 5 lig.			
Nombre de pieds parcourus.	0	20	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	34,25	50,50	83,00

EXPÉRIENCE III.

VAISSEAU N°. 21. haut. de la flot. = 12 po. 5 ½ lig.	POIDS MOTEUR = 30 marcs. remou central = 7 lig.			
Nombre de pieds parcourus.	0	20	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	28	42,50	69,00

EXPÉRIENCE IV.

VAISSEAU N°. 21. haut. de la flot. = 12 po. 5 ½ lig.	POIDS MOTEUR = 40 marcs. remou central = 11 lig.			
Nombre de pieds parcourus.	0	20	30	50
Tems du mouvement en demi-fecondes.	0	25,00	37,00	60,50

EXPÉRIENCE V.

VAISSEAU N°. 21. haut. de la flot. = 12 po. 5 ½ lig.	POIDS MOTEUR = 50 marcs. remou central = 15 lig.			
Nombre de pieds parcourus.	0	20	30	50
Tems du mouvem. en demi-fecon.	0	22,50	34,00	55,00

EXPÉRIENCE VI.

VAISSEAU N°. 21. haut. de la flot. = 12 po. 5 ½ lig.	POIDS MOTEUR = 60 marcs. remou central = 20 lig.			
Nombre de pieds parcourus.	0	20	30	50
Tems du mouvement en demi-fecondes.	0	21,00	30,55	50,00

EXPÉRIENCE VII.

VAISSEAU N°. 21. haut. de la flot. = 12 po. 5 ½ lig.	POIDS MOTEUR = 70 marcs. remou central = 23 lig.		
Nombre de pieds parcourus.	0	20	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	20,00	26,00	46,00

EXPÉRIENCE VIII.

N°. 22.

VAISSEAU N°. 22. haut. de la flot. = 12 po. 5 ½ lig.	POIDS MOTEUR = 16 marcs. remou central = 3 lig.		
Nombre de pieds parcourus.	0	20	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	32,00	50,00	80,00

EXPÉRIENCE IX.

VAISSEAU N°. 22. haut. de la flot. = 12 po. 5 ½ lig.	POIDS MOTEUR = 24 marcs. remou central = 7 lig. remou latéral = 2 lig.		
Nombre de pieds parcourus.	0	20	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	26,00	39,90	65,40

EXPÉRIENCE X.

VAISSEAU N°. 22. haut. de la flot. = 12 po. 5 ½ lig.	POIDS MOTEUR = 32 marcs. remou central = 12 lig. remou latéral = 6 lig.			
Nombre de pieds parcourus.	0	20	30	50
Tems du mouvement en demi-fecondes.	0	23,40	34,70	57,00

EXPÉRIENCE XI.

VAISSEAU N°. 22. haut. de la flot. = 12 po. 5 ½ lig.	POIDS MOTEUR = 40 marcs. remou central = 18 lig.			
Nombre de pieds parcourus.	0	20	30	50
Tems du mouvement en demi-fecondes.	0	22,00	31,00	51,00

EXPÉRIENCE XII.

VAISSEAU N°. 22. haut. de la flot. = 12 po. 5 ½ lig.	POIDS MOTEUR = 48 marcs. remou central = 22 lig.			
Nombre de pieds parcourus.	0	20	30	50
Tems du mouvement en demi-fecondes.	0	19,25	29,35	47,50

EXPÉRIENCE XIII.

VAISSEAU N°. 22. haut. de la flot. = 12 po. 5 ½ lig.	POIDS MOTEUR = 56 marcs. remou central = 25 lig.			
Nombre de pieds parcourus.	0	20	30	50
Tems du mouvem. en demi-secon.	0	18,10	28,45	45,00

EXPÉRIENCE XIV.

VAISSEAU N°. 22. haut. de la flot. = 12 po. 5 ½ lig.	POIDS MOTEUR = 64 marcs. remou central = 28 lig.			
Nombre de pieds parcourus.	0	20	30	50
Tems du mouvem. en demi-secon.	0	16,15	27,10	42,65

EXPÉRIENCE XV.

N°. 21.

VAISSEAU N°. 21. haut. de la flot. = 12 po. 5 ½ lig.	POIDS MOTEUR = 32 marcs. remou central = 6 lig.			
Nombre de pieds parcourus.	0	20	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	28,50	41,00	67,00

EXPÉRIENCE

EXPÉRIENCE XVI.

VAISSEAU N°. 21. haut. de la flot. = 12 po. 5 ½ lig.	POIDS MOTEUR = 40 marcs. remou central = 12 lig.			
Nombre de pieds parcourus.	0	20	30	50
Tems du mouvem. en demi-secon.	0	25,50	37,15	61,00

EXPÉRIENCE XVII.

VAISSEAU N°. 21. haut. de la flot. = 12 po. 5 ½ lig.	POIDS MOTEUR = 48 marcs. remou central = 18 lig.			
Nombre de pieds parcourus.	0	20	30	50
Tems du mouvement en demi-secondes.	0	23,50	33,52	55,52

CHAPITRE V.

Comparaiſon de la théorie ordinaire de la Réſiſtance des fluides indéfinis, avec l'expérience.

1. TOUTE théorie qu'on veut appliquer à la pratique, doit être ſimple dans ſes principes. Ce caractère ſe trouve dans celle qu'on a donnée dès le ſiècle dernier, de la Réſiſtance des fluides indéfinis, & que MM. Jacques Bernoulli, Jean Bernoulli, Daniel Bernoulli, Euler, Bouguer, &c, ont employée dans une foule d'excellents Ouvrages. Ainſi, il eſt à propos d'examiner, par la voie de l'expérience, ſi on peut la regarder en général comme vraie, s'il faut la modifier, ou la proſcrire entièrement.

2. SUIVANT cette théorie, un corps de figure quelconque, qui ſe meut dans un fluide avec différentes viteſſes, éprouve des réſiſtances proportionnelles aux quarrés de ces viteſſes; ſi pluſieurs plans frappent perpendiculairement un fluide avec la même viteſſe, ils éprouvent des réſiſtances proportionnelles à leurs étendues ou ſurfaces; un plan qui étant mu parallélement à lui-même, avec une même viteſſe, frappe ſucceſſivement un fluide ſous différentes obliquités,

éprouve, dans le ſens de la perpendiculaire, une réſiſtance qui varie en même raiſon que le quarré du ſinus de l'angle d'incidence du fluide ſur le plan. D'après ces rapports généraux, non-ſeulement on peut comparer entr'elles, dans tous les cas poſſibles, les réſiſtances qu'éprouvent les ſurfaces planes, mais encore les réſiſtances des ſurfaces courbes, en conſidérant les éléments de ces ſurfaces comme des plans, & prenant la ſomme des impulſions élémentaires.

Quant à la meſure abſolue de la réſiſtance, les Auteurs la donnent diverſement. Les uns prétendent que la réſiſtance perpendiculaire d'un plan eſt égale au poids d'une colonne fluide qui auroit pour baſe ce plan, & pour hauteur, la hauteur due à la viteſſe avec laquelle il eſt frappé. Les autres font la réſiſtance double de la même colonne.

3. IL s'eſt élevé des doutes légitimes ſur l'exactitude de cette théorie : car elle ſuppoſe que chaque molécule fluide frappe le plan comme ſi elle étoit un corps iſolé & libre; ſuppoſition qui n'eſt pas conforme à la nature. En effet, chaque tranche qui s'applique contre le plan, eſt ſuivie par une ſeconde tranche, celle-ci par une troiſième, &c. Or la première ne pouvant ni s'anéantir, ni s'écouler en un inſtant par les côtés, elle empêche ou dénature l'action de la ſeconde, celle-ci trouble pareillement l'action de la troiſième, &c. Ainſi la colonne fluide appuyée contre le plan, doit s'élargir par ce bout en toutes ſortes de ſens; & la réſiſtance qu'elle oppoſe au plan, ne doit

pas être la même que ſi chaque tranche élémentaire, après avoir donné ſon coup, étoit ſubitement anéantie pour permettre à la tranche ſuivante de donner auſſi le ſien. Il ne faut donc pas calculer la réſiſtance comme ſi le plan recevoit immédiatement, & dans toute ſon intenſité, le choc de tous les points fluides qui viennent le couvrir ſucceſſivement. Mais ne pourroit-il pas ſe faire que les réſiſtances de différents plans fuſſent ſemblablement dénaturées, & que les réſiſtances effectives ſuiviſſent entr'elles la même loi, du moins à peu près, que les réſiſtances théoriques? C'eſt ce que l'expérience va nous apprendre.

La queſtion qu'il s'agit d'examiner, contient pluſieurs branches ou parties qui vont faire l'objet d'autant de diſcuſſions particulières.

SECTION I.

Les Réſiſtances qu'éprouve une même ſurface mue avec différentes viteſſes, ſuivent-elles la raiſon des quarrés des viteſſes?

4. LE poids *P* (Pl. I, Fig. 1) partant du repos, & deſcendant par ſa peſanteur, met en mouvement la maſſe du bateau, celle de la corde, ſurmonte le frottement, la réſiſtance de l'eau, & celle que la partie du bateau, extérieure à l'eau, éprouve en frappant l'air. Je comprens dans la maſſe du bateau, celle du leſt qui ſert à le faire enfoncer, ou à lui faire prendre la flottaiſon convenable. Dans les premiers inſtants, le mouvement s'accélère; & tant que cette accélération a lieu, le poids moteur combat non-ſeulement le frottement & les réſiſtances de l'eau & de l'air, mais encore l'inertie des maſſes du bateau & de la corde. La durée de l'accélération n'eſt pas longue; bientôt le mouvement devient uniforme, du moins ſenſiblement. Alors le mouvement imprimé à la maſſe du bateau & à celle de la corde, ſe perpétue par lui-même; & le poids moteur n'a plus à vaincre à chaque inſtant que le frottement, la réſiſtance de l'eau, & celle de l'air. On ne doit donc avoir égard à la maſſe du bateau & à celle de la corde, que relativement à l'accélération Pl. I, Fig. 1.

du mouvement. Ces maſſes n'entrent pour rien dans les rapports des poids moteurs, lorſque les mouvements ſont parvenus à l'uniformité.

5. CEUX qui, d'après nos Expériences, voudront ſoumettre au calcul l'accélération du mouvement, ont toutes les données néceſſaires pour réſoudre ce Problême. Car la maſſe du bateau eſt égale à celle de l'eau qu'il déplace ; & celle-ci ſe connoît facilement d'après les dimenſions de chaque bateau, & la quantité dont il s'enfonce dans le fluide. Nous avons dit (Chap. I, N°. 6) que le cordon peſe 28 onces 7 gros $\frac{1}{2}$ ſur $39\frac{1}{2}$ toiſes de longueur ; mais comme cette peſée a été faite avant que le cordon eût ſervi, & eût par conſéquent été allongé par l'action des poids employés dans nos Expériences ; nous eſtimons, qu'eu égard à cet allongement qui eſt conſidérable, la partie du cordon tendu, depuis le bateau juſqu'au poids moteur, laquelle eſt de 152 pieds de longueur, peut peſer 12 à 13 onces. Le frottement, la réſiſtance de l'eau, & celle de l'air, ſe détermineront ſuivant la théorie qu'on jugera la plus conforme à la nature de ces forces. On pourra comparer les réſultats qu'on trouvera ainſi, avec l'Expérience, puiſque nous avons eu ſoin de commencer à compter les eſpaces & les tems avant que l'accélération ait ceſſé, & d'indiquer que le bateau a déja parcouru 16 pieds depuis zero de viteſſe, lorſqu'il arrive au point auquel répondent, dans nos Tableaux, zero d'eſpace & zero de tems.

6. NOUS nous contentons d'indiquer ces calculs qui

ne ſont, à proprement parler, qu'un objet de curioſité. La vraie queſtion, celle qui nous occupe, eſt de déterminer la réſiſtance de l'eau, lorſque le mouvement du bateau eſt uniforme. Or il eſt ſenſiblement tel ſur les 30 derniers pieds de l'eſpace parcouru; ou du moins, s'il y a encore quelque accélération, elle eſt comme indéterminable par des expériences où il entre d'autres petits éléments, tels que le frottement & la réſiſtance de l'air, qui peuvent produire des équations comparables avec celles qui dépendroient de l'accélération. Ainſi nous ne pouvons pas nous tromper, du moins ſenſiblement, en regardant le mouvement du bateau comme uniforme, ſur les 20 derniers pieds de l'eſpace qu'il parcourt. Dans les ſept dernières Expériences, qui ſe rapportent au bateau N°. 20, nous regardons, comme uniforme, le mouvement ſur les 25 derniers pieds. Il eſt vrai que ſi on compare le tems employé à parcourir ces 25 pieds, avec celui qui a été employé à parcourir les 25 premiers pieds, on trouvera que le premier tems eſt un peu plus court que le ſecond; d'où l'on pourroit inférer qu'il y a encore une accélération réelle ſur les 25 derniers pieds. Mais il faut remarquer que dans ces Expériences, le poids moteur eſt toujours aſſez petit; que la partie du cordon, compriſe entre le bateau & la poulie inférieure, fait un ventre qui s'oppoſe à l'uniformité du mouvement; que ce ventre eſt d'autant plus ſenſible, que le poids moteur eſt plus petit, & le cordon plus long; que peu-à-peu il diminue juſqu'à diſparoître preſqu'entièrement; que cette diſparition

ou diminution de ventre a lieu ſur les 25 derniers pieds, & que, par conſéquent, ils doivent être parcourus uniformément, du moins à-peu-près; ce qui ſuffit pour l'exactitude des conſéquences que nous tirons de cette hypothèſe.

7. DANS les mouvements naiſſants, on regarde, pour l'ordinaire, le frottement comme proportionnel, du moins à-peu-près, à la preſſion. Nous avons reconnu directement la vérité de cette loi; & nous donnerons ci-deſſous les Expériences que nous avons faites à cet égard, lorſqu'il s'agira de déterminer la valeur abſolue de la réſiſtance d'une ſurface. La même loi doit avoir ſenſiblement lieu pour les mouvements uniformes comparés enſemble; du moins, lorſqu'il n'y a pas une grande différence entre les viteſſes. Car, ſi d'un côté, il y a d'autant plus de points qui frottent, que la viteſſe eſt plus grande; d'un autre côté, une plus grande viteſſe donne moins de tems à la preſſion de produire l'engrenage réciproque des pointes & des cavités dans les ſurfaces frottantes, ce qui tend à diminuer le frottement; de manière qu'il y a une eſpèce de compenſation ou d'équilibre entre la cauſe qui tend à augmenter le frottement, & celle qui tend à le diminuer. Nous ſuppoſerons donc que le mouvement étant cenſé uniforme, le frottement eſt ſimplement proportionnel à la preſſion. Alors les poids moteurs, diminués des effets des frottements, ſont entr'eux comme les poids non diminués, puiſqu'on a la proportion $P - \frac{P}{m} : P' - \frac{P'}{m} :: P : P'$. On voit

que le nombre m, conſtant ou ſenſiblement tel, exprime le rapport de la preſſion au frottement, tandis que P ou P' repréſente la preſſion abſolue.

Nous négligeons ici la réſiſtance de l'air, comme extrêmement petite par rapport à celle de l'eau; mais nous y aurons égard ci-deſſous (Sect. IV), lorſqu'il s'agira d'évaluer la réſiſtance abſolue de l'eau.

Il y a bien auſſi un petit frottement le long des parois & du fond du vaiſſeau; mais nous verrons (même Sect. IV), qu'il eſt comme inaſſignable.

8. D'APRÈS toutes ces obſervations, on a calculé les deux Tables ſuivantes. Dans chacune d'elles, la première colonne indique les bateaux qui ont couru; la ſeconde, les numéros des Expériences; la troiſième contient les tems (exprimés en demi-ſecondes) employés à parcourir les 20 ou les 25 derniers pieds; la quatrième colonne contient les poids (exprimés en marcs) qui repréſentent les rapports des réſiſtances ſuivant la théorie; en ſorte que pour chaque bateau, il y a un poids qui eſt donné par l'expérience, & qui ſert enſuite d'unité ou de baſe pour déterminer tous les autres, dans l'hypothèſe que les réſiſtances ſoient comme les quarrés des viteſſes. Enfin la cinquième colonne indique les poids qui expriment réellement pour chaque bateau les rapports des réſiſtances ſuivant l'expérience.

TABLE I. (CHAP. II.)

Rapports des Réſiſtances ſuivant la théorie & ſuivant l'expérience, pour une même ſurface mue avec différentes viteſſes, dans un Fluide indéfini.

VAISSEAUX.	EXPÉRIENC.	TEMS en demi-ſecon. ſur les 20 derniers pieds.	MARCS calculés.	MARCS éprouvés.
N°. 1.	1	17,08	12...baſe.	12
	2	15,90	13,84	14
	3	14,84	15,89	16
	4	14,00	17,86	18
	5	13,50	19,21	20
	6	12,75	21,53	22
	7	12,45	22,58	24
N°. 2.	8	21,11	16,16	16
	9	18,92	20,11	20
	10	17,32	24...baſe.	24
	11	16,12	27,70	28
	12	15,12	31,49	32
	13	14,19	35,75	36
	14	13,68	38,47	40
	15	13,25	41,01	44
	16	12,59	45,42	48

VAISSEAUX.	EXPÉRIENC.	TEMS en demi secon. sur les 20 derniers pieds.	MARCS calculés.	MARCS éprouvés.
	17	20,05	10,10	10
	18	18,39	12...base.	12
	19	17,37	13,45	14
	20	16,32	15,24	16
	21	15,30	17,34	18
N°. 3.	22	14,50	19,30	20
1e flottaiſ.	23	14,00	20,71	22
	24	13,47	22,37	24
	25	12,96	24,16	27
	26	12,50	25,97	30
	27	11,32	31,67	36
	28	24,45	10,03	10
	29	22,35	12..base.	12
	30	21,35	13,15	14
	31	19,72	15,41	16
	32	18,50	17,51	18
	33	17,90	18,71	19
	34	17,60	19,35	20
N°. 3.	35	17,19	20,28	22
2e flottaiſ.	36	16,29	22,59	24
	37	15,80	24,01	25
	38	15,50	24,95	26
	39	14,88	27,07	28
	40	14,19	29,77	30
	41	13,80	31,48	32
	42	13,35	33,63	35
	43	13,00	35,47	38

VAISSEAUX.	EXPÉRIENC.	TEMS en demi-secon. sur les 20 derniers pieds.	MARCS calculés.	MARCS éprouvés.
N°. 3. 3e flottaiſ.	44	19,60	20...baſe.	20
	45	18,07	23,53	24
	46	16,88	26,96	28
	47	15,88	30,47	32
	48	14,69	35,60	36
	49	14,00	39,20	40
	50	13,67	41,13	44
	51	13,25	43,77	48
N°. 4.	52	19,85	16..baſe.	16
	53	17,84	19,81	20
	54	16,41	23,41	24
	55	15,70	25,58	28
N°. 6. 1re flottaiſ.	56	25,00	8,71	8
	57	22,28	10,97	10
	58	21,30	12..baſe.	12
	59	20,16	13,40	14
	60	18,83	15,35	16
	61	16,81	19,27	20
	62	15,23	23,47	24
	63	13,87	28,30	30
	64	12,54	34,62	36
	65	11,31	42,56	44
N°. 6. 2e flottaiſ.	66	27,66	8,66	8
	67	25,14	10,49	10
	68	23,50	12...baſe.	12
	69	22,15	13,51	14
	70	20,75	15,39	16
	71	18,42	19,53	20
	72	16,69	23,79	24
	73	15,25	28,49	30
	74	13,75	35,05	36

VAISSEAUX.	EXPÉRIENC.	TEMS en demi-secon. sur les 20 derniers pieds.	MARCS calculés.	MARCS éprouvés.
N°. 7.	75	11,88	10,29	10
	76	11,00	12...base.	12
	77	10,50	13,17	14
	78	10,00	14,52	16
	79	9,36	16,57	18
	80	9,13	17,42	20
	81	9,00	17,93	22
	82	8,90	18,33	24
N°. 8.	83	21,08	12.. base.	12
	84	20,00	13,33	14
	85	19,30	14,32	16
	86	17,40	17,61	20
	87	15,00	23,70	24
	88	14,50	25,36	28
	89	13,44	29,52	32
	90	12,75	32,80	36
N°. 9.	91	18,00	12...base.	12
	92	16,00	15,19	16
	93	14,56	18,34	20
	94	13,06	22,79	24
	95	12,00	27,00	28
	96	11,60	28,89	32
N°. 10.	97	18,00	9,65	10
	98	16,14	12...base.	12
	99	15,00	13,89	14
	100	14,00	15,95	16
	101	13,06	18,33	20
	102	11,98	24,78	24
	103	11,00	25,83	28
	104	10,30	29,47	32

VAISSEAUX.	EXPÉRIENC.	TEMS en demi-secon. sur les 20 derniers pieds	MARCS calculés.	MARCS éprouvés.
N°. 11.	105	15,86	11,22	10
	106	15,34	12 . baſe.	12
	107	14,40	13,62	14
	108	13,80	14,83	16
	109	11,95	19,77	20
	110	11,30	22,11	24
	111	10,30	26,61	28
	112	10,00	28,24	32
N°. 12.	113	15,80	10,11	10
	114	14,50	12.. baſe.	12
	115	13,60	13,64	14
	116	12,87	15,23	16
	117	12,20	16,95	20
	118	11,13	20,37	24
	119	10,25	24,01	28
	120	9,60	27,37	32
N°. 13. 1re flottaiſ.	121	15,60	10,18	10
	122	14,37	12...baſe.	12
	123	13,57	13,45	14
	124	12,60	15,61	16
	125	12,25	16,51	18
	126	11,55	18,57	20
N°. 13. 2e flottaiſ.	127	18,90	10,17	10
	128	17,40	12...baſe.	12
	129	16,42	13,16	14
	130	15,54	15,04	16
	131	14,77	16,65	18
	132	14,10	18,27	20
	133	13,50	19,94	22
	134	12,93	21,73	24
	135	12,40	23,63	26
	136	11,92	25,57	28
	137	11,46	27,66	30

VAISSEAUX.	EXPÉRIENC.	TEMS en demi-secon. sur les 10 derniers pieds.	MARCS calculés.	MARCS éprouvés.
N°. 13. 3e flottaiſ.	138	21,90	10,06	10
	139	20,05	12...baſe.	12
	140	18,88	13,53	14
	141	17,88	15,09	16
	142	16,98	16,73	18
	143	16,18	18,43	20
	144	15,43	20,26	22
	145	14,73	22,24	24
N°. 14. 1e flottaiſ.	146	13,00	10,22	10
	147	12,00	12...baſe.	12
	148	11,20	13,77	14
	149	10,60	15,38	16
	150	10,15	16,77	18
	151	9,84	17,85	20
	152	9,68	18,44	22
	153	9,56	18,91	24
N°. 14. 2e flottaiſ.	154	16,72	10,11	10
	155	15,35	12 ..baſe.	12
	156	14,45	13,54	14
	157	13,55	15,40	16
	158	12,72	17,47	18
	159	11,98	19,70	20
	160	11,29	22,18	24
	161	10,69	24,74	28
	162	10,11	27,66	30
N°. 14. 3e flottaiſ.	163	17,88	10,10	10
	164	16,40	12...baſe.	12
	165	15,50	13,43	14
	166	14,65	15,04	16
	167	13,85	16,82	18
	168	13,12	18,75	20

VAISSEAUX.	EXPÉRIENC.	TEMS en demi-secon. sur les 20 derniers pieds.	MARCS calculés.	MARCS éprouvés.
N°. 15.	169	15,78	16...baſe.	16
	170	14,42	19,16	20
	171	13,32	22,45	24
	172	12,36	26,07	28
N°. 16.	173	15,08	12...baſe.	12
	174	13,45	15,08	16
	175	12,05	18,79	20
	176	10,95	22,75	24
N°. 17.	177	25,80	12...baſe.	12
	178	22,87	15,27	16
	179	20,87	18,34	20
	180	18,97	22,19	24
N°. 18.	181	23,50	12...baſe.	12
	182	20,90	15,18	16
	183	18,90	18,56	20
	184	17,10	22,66	24
N°. 19. 1e flottaiſ.	185	13,25	12...baſe.	12
	186	12,00	14,63	16
	187	10,84	17,93	20
	188	10,07	20,78	24
N°. 19. 2e flottaiſ.	189	16,00	12...baſe.	12
	190	14,13	15,39	16
	191	12,80	18,75	20
	192	11,57	22,95	24

VAISSEAUX.	EXPÉRIENC.	TEMS en demi-secon. sur les 20 derniers pieds.	MARCS calculés.	MARCS éprouvés.
N°. 19. 3e flottaif.	193	18,19	12...baſe.	12
	194	16,30	14,95	16

VAISSEAUX.	EXPÉRIENC.	TEMS en demi secon. sur les 25 derniers pieds.	MARCS calculés.	MARCS éprouvés.
N°. 20. 1re flottaif.	195	15,15	7,45	6
	196	13,18	9,86	8
	197	12,45	11,03	10
	198	11,94	12...baſe.	12
N°. 20. 2e flottaif.	199	15,98	8,88	8
	200	14,61	10,62	10
	201	13,75	12...baſe.	12

TABLE II. (CHAP. IV.)

Rapports des Réſiſtances ſuivant la théorie & ſuivant l'expérience, pour une même ſurface mue avec différentes viteſſes, dans un Fluide indéfini.

VAISSEAUX.	EXPÉRIENC.	TEMS en demi-ſecon. ſur les 20 derniers pieds.	MARCS calculés.	MARCS éprouvés.
N°. 21.	1	36,00	16...baſe.	16
	2	32,50	19,63	20
	3	26,50	29,53	30
	4	23,50	37,54	40
	5	21,00	47,02	50
	6	19,45	54,81	60
	7	18,00	64,00	70
N°. 22.	8	30,00	16...baſe.	16
	9	25,50	22,15	24
	10	22,30	28,96	32
	11	20,00	36,00	40
	12	18,15	43,72	48
	13	16,55	52,57	56
	14	15,55	59,55	64

RÉFLEXION.

9. ON voit par les deux Tables précédentes, que les réſiſtances d'une même ſurface, mue avec différentes viteſſes, dans un fluide indéfini, ſuivent à-peu-près, la raiſon des quarrés des viteſſes. Cette loi s'obſerve tant pour la réſiſtance directe, que pour les réſiſtances qui proviennent des chocs obliques. Mais il faut remarquer qu'à la rigueur la réſiſtance augmente en plus grand rapport que le quarré de la viteſſe. La raiſon phyſique de cette augmentation de rapport eſt facile à trouver: car auſſitôt que le corps flottant vient à ſe mouvoir, le fluide eſt obligé de ſe diviſer, & de céder pour lui faire place. Or l'eau ne peut pas ſe prêter, dans un inſtant indiviſible, au mouvement du bateau. Dans le commencement de ce mouvement, la viteſſe s'accélère par degrés. Tant qu'elle eſt fort petite, l'eau ſe détourne facilement, & coule le long des parois du corps flottant; de manière que le fluide demeure de niveau, au moins ſenſiblement, de l'avant à l'arrière du corps dont il s'agit. Mais à meſure que la viteſſe augmente, le fluide a plus de peine à ſe détourner; il s'amoncèle au-devant de la proue; il y forme une eſpèce de proue fluide qui a plus ou moins d'étendue, ſelon que la viteſſe eſt plus ou moins grande, & que la proue ſolide a plus ou moins de largeur. De plus, le fluide s'abaiſſe vers la partie poſtérieure du bateau. Ce double effet eſt d'autant plus ſenſible, toutes choſes d'ailleurs égales, que la viteſſe

eſt plus grande. Ainſi l'augmentation de viteſſe doit faire augmenter la réſiſtance que le bateau éprouve à diviſer le fluide.

Il en eſt de même pour la réſiſtance des corps qui ſe meuvent dans des fluides où ils ſont entièrement ſubmergés. Ainſi, par exemple, la réſiſtance qu'éprouve un boulet de canon à fendre l'air, doit augmenter en plus grande raiſon que le quarré de ſa viteſſe. En effet, plus le boulet va vîte, plus l'air déplacé par la partie antérieure, a de difficulté à couler par les côtés, & à venir remplir le vuide qui ſe forme à chaque inſtant vers la partie poſtérieure.

SECTION II.

Les Réſiſtances directes ou perpendiculaires, ſuivent-elles, ſous même viteſſe, la raiſon des ſurfaces?

10. SOIENT P & P' les réſiſtances perpendiculaires, abſolues ou comparatives, de deux plans A & B qui ſe meuvent avec les viteſſes uniformes V & u. On a, ſuivant la théorie, $P : P' :: AV^2 : Bu^2$. Or, en ſuppoſant que les viteſſes V & u différent peu l'une de l'autre; il ſuit de l'article précédent, que le rapport de V^2 à u^2 peut être cenſé entrer exactement dans celui des réſiſtances. Par conſéquent, ſelon qu'on trouvera alors,

par l'expérience, que la proportion $P : P' :: AV^2 : Bu^2$, a lieu ou non ; on conclura que ſous une même viteſſe, les plans A & B éprouveroient des réſiſtances proportionnelles ou non proportionnelles à leurs étendues.

11. IL eſt à propos de diſtinguer deux cas dans cette recherche : le premier, lorſque les deux plans choqués par le fluide, y ſont enfoncés également ; le ſecond, lorſque les enfoncements ſont différents. Car il peut ſe faire que la loi de la réſiſtance ne ſoit pas exactement la même pour deux plans qui diffèrent en largeur, que pour deux plans qui diffèrent en hauteur.

I. CAS. *Enfoncements égaux, au moins ſenſiblement.*

12. NOUS allons comparer la réſiſtance du vaiſſeau N°. 1, avec celles du vaiſſeau N°. 2, & du vaiſſeau N°. 3, 2e flottaiſon. On a choiſi des Expériences où les deux viteſſes V & u, toujours priſes ſur les 20 derniers pieds de l'eſpace parcouru, diffèrent peu l'une de l'autre dans tous les cas. De plus les enfoncements des vaiſſeaux N°s 1 & 2, ſont les mêmes, étant chacun de 1 pied ; les ſurfaces choquées diffèrent ſeulement par les largeurs, la première étant la moitié de la ſeconde. Quant aux enfoncements des vaiſſeaux N°. 1 & N°. 3, 2e flottaiſon, ils diffèrent un peu, le premier étant de 12 pouces, le ſecond, de 12 pouces $5\frac{1}{2}$ lignes ; les largeurs des ſurfaces choquées ſont entr'elles dans le rapport de 144 à 236, & par conſéquent les ſurfaces ſont entr'elles dans le

rapport de 1 à 1,7015 à-peu-près. On ſent que la différence des enfoncements des vaiſſeaux N°. 1 & N°. 3, 2e flottaiſon, eſt trop petite, pour introduire dans le rapport des réſiſtances, des variations ſenſibles, ſuppoſé qu'en effet la réſiſtance d'un plan varie, toutes choſes d'ailleurs égales, à raiſon de ſon enfoncement plus ou moins grand dans le fluide.

13. D'APRÈS ce que nous venons de dire, voici une Table conſtruite ſur les Expériences du Chapitre II, & dans laquelle la première colonne contient les N^os des vaiſſeaux comparés ; la ſeconde, les N^os des Expériences correſpondantes ; la troiſième, les poids (exprimés en marcs) qui devroient être employés à mouvoir le bateau qui eſt nommé le ſecond, en ſuppoſant que les poids employés à mouvoir le bateau, nommé le premier, ayent été déterminés par l'Expérience, & qu'on ait la proportion $P : P' :: AV^2 : Bu^2$; la quatrième colonne contient les poids qui ont été réellement employés à mouvoir le ſecond bateau.

Rapports des réſiſtances directes, pour des ſurfaces enfoncées également, du moins à-peu-près, dans le Fluide.

VAISSEAUX comparés.	EXPÉRIENC. comparées.	TEMS comparés, ſur les 20 derniers pieds, en demi-ſecondes.	MARCS calculés.	MARCS éprouvés.
N°s. 1 & 2.	1 & 10	17,08 17,32	23,33	24
	2 & 11	15,90 16,12	27,24	28
	3 & 12	14,84 15,12	30,83	32
	4 & 13	14,00 14,19	35,04	36
	5 & 14	13,50 13,68	38,95	40
	6 & 15	12,75 13,25	40,74	44
	7 & 16	12,45 12,59	46,93	48
N°. 1, & N°. 2, 2e flottaiſon.	1 & 35	17,08 17,19	20,15	22
	2 & 37	15,90 15,80	24,12	25
	3 & 39	14,84 14,88	27,08	28
	4 & 40	14,00 14,19	29,81	30
	5 & 41	13,50 13,80	32,56	32
	6 & 43	12,75 13,00	36,01	38

RÉFLEXIONS.

14. CETTE Table fait voir que pour des ſurfaces également enfoncées dans le fluide, & qui ne différent que par les largeurs, la réſiſtance, ſous même viteſſe, eſt ſenſiblement proportionnelle à l'étendue de la ſurface qui eſt plongée dans l'eau au premier inſtant du mouvement. Nous diſons *ſenſiblement*; car la réſiſtance augmente dans une raiſon un peu plus grande que n'augmente l'étendue de la ſurface. On ſent que la choſe doit être ainſi; car plus la ſurface eſt grande, plus l'eau qu'elle pouſſe continuellement devant elle a de peine à ſe détourner & à ſe remettre de niveau avec le reſte du fluide.

15. NOUS avons déja obſervé qu'en même tems que le fluide s'élève au-devant de la proue du vaiſſeau, il s'abaiſſe vers ſa partie poſtérieure. Il y a donc, de l'avant à l'arrière du bateau, une différence de niveau du fluide, laquelle eſt produite par deux cauſes, par l'élévation de l'eau au-devant de la proue, & par ſon abaiſſement vers la poupe. Si l'on connoiſſoit le rapport de l'élévation à l'abaiſſement, on connoîtroit la ſurface que le corps doit être cenſé préſenter à l'action du fluide; & par-là on ſeroit en état de décider ſi, toutes choſes d'ailleurs égales, les réſiſtances ſuivent la raiſon des ſurfaces. Mais ce rapport eſt comme indéterminable à la rigueur; il dépend de l'étendue de la proue, de ſa figure, de celle de la poupe, de la longueur du vaiſſeau, de ſa forme poſtérieure, & ſur-tout de ſa viteſſe. Tous ces éléments ſe compliquent en-

tr'eux de telle manière, qu'il eſt très-difficile d'obſerver exactement l'effet qui en réſulte, & de ſoumettre enſuite au calcul la loi de ſes variations. Nous voyons ſeulement en général, & on l'a en effet ainſi obſervé, que l'abaiſſement peut être tout au plus égal à l'élévation, & qu'il doit être ordinairement moindre.

16. SUPPOSONS, par exemple, dans les Expériences de la Table précédente, que l'abaiſſement ſoit les deux tiers de l'élévation. Il eſt clair que relativement à la réſiſtance du fluide, le bateau eſt dans le même cas que ſi le remou à l'avant étoit les cinq tiers de celui qui a été obſervé, & que l'eau s'élevât vers la poupe juſqu'à la ligne primitive de flottaiſon. Si l'on conſidère donc les hauteurs des remous ainſi corrigés comme faiſant partie des hauteurs des ſurfaces préſentées au choc ou à la preſſion du fluide; on formera la Table qui ſuit, laquelle n'eſt autre choſe que la précédente où nous avons ſupprimé la colonne des tems, & où nous avons ajouté une colonne des réſiſtances calculées en ayant égard aux remous. Il y a dans cette colonne, trois lacunes, faute de quelques obſervations pour les remous.

Nous ne donnons les calculs dont il s'agit, & les autres de même nature, que comme hypothétiques. Néanmoins les éléments ſur leſquels ils ſont fondés, ne doivent pas s'éloigner beaucoup de la vérité.

VAISSEAUX comparés.	EXPÉRIENC. comparées.	MARCS calculés, ſans égard aux remous.	MARCS calculés, eu égard aux remous.	MARCS éprouvés.
N°s. 1 & 2.	1 & 10	23,33	24,19	24
	2 & 11	27,24	28,23	28
	3 & 12	30,83	31,76	32
	4 & 13	35,04	.....	36
	5 & 14	38,95	39,73	40
	6 & 15	40,74	41,54	44
	7 & 16	46,93	.....	48
N°. 1, & N°. 3, 2e flottaiſon.	1 & 35	20,15	19,69	22
	2 & 37	24,12	23,77	25
	3 & 39	27,08	26,93	28
	4 & 40	29,81	.....	30
	5 & 41	32,56	31,05	32
	6 & 43	36,01	35,52	38

RÉFLEXION.

17. ON voit, par la première partie de la Table précédente, qu'en évaluant le remou de la manière que nous avons propoſée, les réſiſtances calculées approchent beaucoup des réſiſtances trouvées par l'expérience. L'accord ſeroit encore plus parfait, ſi l'on ſuppoſoit que l'abaiſſement de l'eau derrière la proue, eſt les trois quarts de ſon élévation au-devant de la proue. La ſeconde partie de notre Table ne donne pas tout-à-fait les mêmes réſultats ; mais ſi l'on fait attention qu'il eſt très-facile de ſe tromper de pluſieurs

lignes dans l'obſervation du remou, & que cette différence de niveau varie par la forme des vaiſſeaux, la viteſſe étant d'ailleurs la même, au moins ſenſiblement; on ſera porté à croire que les remous étant eſtimés & introduits dans le calcul, de la manière convenable, les réſiſtances peuvent être cenſées proportionnelles aux ſurfaces. Cette proportionnalité doit avoir lieu, du moins à très-peu de choſe près, pour les corps entièrement ſubmergés. Mais il faut bien obſerver que les remous étant ſur-tout dépendants des viteſſes, la raiſon des réſiſtances s'éloignera de celle des ſurfaces, s'il y a entre les viteſſes des différences un peu conſidérables.

On évaluera ci-deſſous l'effet de la réſiſtance de l'air.

II. CAS. *Enfoncements inégaux dans le fluide.*

18. LE vaiſſeau N°. 3, par ſes trois lignes de flottaiſon, nous donne trois ſurfaces qui ont la même largeur, & qui ne différent que par les profondeurs. Ces trois ſurfaces enfoncées dans le fluide, ſont entr'elles comme les nombres 940, 1495, 1900. Nous avons calculé le rapport des réſiſtances qu'elles éprouvent, comme on le voit dans la Table ſuivante, laquelle eſt conſtruite de la même manière que celle du numero 13. Dans chaque comparaiſon, les deux viteſſes diffèrent peu l'une de l'autre.

Rapports des Réſiſtances directes, pour des ſurfaces inégalement enfoncées dans le Fluide.

VAISSEAUX comparés.	EXPÉRIENC. comparées.	TEMS correſpondants ſur les 20 dern. pieds.	MARCS calculés.	MARCS éprouvés.
N°. 3, 1re & 3e flot.	17 & 44	20,05 19,60	21,15	20
	18 & 45	18,39 18,07	25,12	24
	19 & 46	17,37 16,88	29,96	28
	20 & 47	16,32 15,88	34,15	32
	21 & 48	15,30 14,69	39,47	36
	22 & 49	14,50 14,00	43,37	40
	23 & 50	14,00 13,67	46,64	44
	24 & 51	13,47 13,25	50,24	48
N°. 3, 1re & 2e flot.	17 & 31	20,05 19,72	16,44	16
	18 & 32	18,39 18,50	18,86	18
	19 & 34	17,37 17,60	21,69	20
	20 & 36	16,32 16,29	25,54	24
	21 & 38	15,30 15,50	27,89	26
	22 & 39	14,50 14,88	30,20	28
	23 & 40	14,00 14,19	34,06	30
	24 & 41	13,47 13,80	36,37	32

RÉFLEXIONS.

19. CETTE Table fait voir que les réſiſtances des ſurfaces inégalement enfoncées dans le fluide, ſuivent un ordre oppoſé à celui des réſiſtances des ſurfaces également enfoncées. Pour celles-ci, la viteſſe étant la même, la réſiſtance augmente en plus grande raiſon que la ſurface primitivement enfoncée dans le fluide; pour celles-là, il arrive tout le contraire. D'où nous devons conclure, qu'en ayant ſimplement égard à la ſurface préſentée au choc du fluide, & tout étant d'ailleurs le même, les corps entièrement ſubmergés doivent éprouver une réſiſtance un peu moindre que celles des corps qui ne le ſont qu'en partie.

20. COMME on a employé un même bateau dans les Expériences de la Table précédente, & qu'on a ſeulement fait varier ſes enfoncements dans le fluide; il paroît que ſous même viteſſe, le remou doit être le même, au moins ſenſiblement; car la cauſe efficace & prochaine du remou eſt à la ſurface du fluide. C'eſt ce qui a été en effet obſervé. Il y a cependant des différences dans certaines Expériences correſpondantes; mais elles peuvent être attribuées ſans peine aux erreurs des obſervations. Alors il faut prendre un milieu entre les hauteurs des remous. Nous avons fait une telle réduction dans la Table ſuivante qui n'eſt autre choſe que celle du numero 18, où l'on a ſupprimé la colonne des tems, & où l'on a ajouté les réſiſtances calculées en ayant égard à l'élévation de l'eau au-devant de la proue, & à ſon abaiſſement

derrière la proue. On ſuppoſe que l'abaiſſement ſoit environ les deux tiers de l'élévation ; & par-là on eſtime que la différence de niveau de l'avant à l'arrière eſt

pour les Expériences 17, 44, 31 . . . . . 26 lig.
pour les Expériences 18, 45, 32 30
pour les Expériences 19, 46, 34 34
pour les Expériences 20, 47, 36 38
pour les Expériences 21, 48, 38 43
pour les Expériences 22, 49, 39 48
pour les Expériences 23, 50, 40 53
pour les Expériences 24, 51, 41 58

VAISSEAUX comparés.	EXPÉRIENCES comparées.	MARCS calculés, ſans égard aux remous.	MARCS calculés, eu égard aux remous.	MARCS éprouvés.
N°. 3, 1re & 3e ligne de flottaiſ.	17 & 44	21,15	18,84	20
	18 & 45	25,12	22,05	24
	19 & 46	29,96	25,95	28
	20 & 47	34,15	29,09	32
	21 & 48	39,47	33,21	36
	22 & 49	43,37	35,96	40
	23 & 50	46,64	38,15	44
	24 & 51	50,24	40,56	48
N°. 3, 1re & 2e ligne de flottaiſ.	17 & 31	16,44	15,12	16
	18 & 32	18,86	17,17	18
	19 & 34	21,69	19,55	20
	20 & 36	25,54	22,81	24
	21 & 38	27,89	24,64	26
	22 & 39	30,20	26,41	28
	23 & 40	34,06	29,50	30
	24 & 41	36,37	31,22	32

RÉFLEXION.

21. ON voit dans cette Table, que la dernière colonne tient une eſpèce de milieu entre les deux précédentes, & que par conſéquent la conſidération des remous peut ſervir encore ici à ramener les réſultats de l'expérience à ceux de la théorie. La conformité entre ces deux ſortes de réſultats, pourroit devenir plus grande par le choix d'un autre rapport entre l'élévation de l'eau au-devant de la proue, & ſon abaiſſement derrière la poupe. Mais nous ne nous arrêterons pas davantage à ces calculs, qui ſont extrêmement hypothétiques; car il ſera toujours très-difficile, pour ne pas dire impoſſible, de fixer exactement, dans tous les cas, le rapport dont il s'agit, par la voie des obervations.

Nous calculerons ci-deſſous l'effet de la réſiſtance de l'air.

SECTION III.

En quel rapport varient les Réſiſtances qui proviennent des chocs obliques ?

Planc. V, Fig. M.

22. SOIT ADB (Pl. V, Fig. M.) un triangle iſoſcèle qui ſe meut dans un fluide indéfini, ſelon la direction de ſa hauteur QD. La face AD éprouve, ſuivant la théorie, une impulſion perpendiculaire FE, telle qu'en nommant Π l'impulſion perpendiculaire & directe que recevroit la demi-baſe AQ, mue avec la même viteſſe que le triangle, on a, Force $FE = \Pi \times \frac{AD \times (\text{ſin. } ADQ)^2}{AQ \times (\text{ſin. tot.})^2} = \Pi \times \frac{AD \times \overline{AQ}^2}{AQ \times \overline{AD}^2} = \Pi \times \frac{AQ}{AD}$; & ſemblablement on a pour l'autre face BD, Force $fe = \Pi \times \frac{BQ}{BD} = \Pi \times \frac{AQ}{AD}$. Décompoſons chacune des deux Forces égales FE, fe, en deux autres FH, FK, fh, fk; l'une perpendiculaire, l'autre parallèle à la baſe AB du triangle. Il eſt clair que les deux Forces égales, & directement oppoſées FK, fk, ſe détruiſent, & que le triangle eſt ſimplement tiré, ſelon la direction QD, par une Force $= FH + fh = 2FH = 2FE \times \frac{AQ}{AD} = 2\Pi \times \frac{\overline{AQ}^2}{\overline{AD}^2}$. Ainſi,

des

en nommant p cette Force $2FH$, P l'impulsion perpendiculaire & directe que recevroit la base entière AB mue avec la même vitesse que le triangle, on aura

$$p = P \times \frac{\overline{AQ}^2}{\overline{AD}^2}.$$

23. POUR pouvoir comparer facilement cette formule avec l'expérience, nous prendrons (Chap. II), parmi les Expériences compriſes ſous le titre général de *Réſiſtance directe*, & parmi celles qui ſont compriſes ſous le titre général de *Réſiſtance oblique*, deux bateaux qui ayent même largeur & même flottaiſon. De plus, nous déterminerons les deux poids moteurs des deux bateaux, pour une même viteſſe. L'un de ces poids, par exemple, celui qui eſt relatif à la réſiſtance directe, eſt donné immédiatement par l'expérience. L'autre (s'il ne ſe trouve pas dans la Table) ſe calcule au moyen des Expériences pour la réſiſtance oblique, & de cette loi, que les réſiſtances d'un même bateau ſont ſenſiblement proportionnelles aux quarrés des viteſſes, lorſqu'il n'y a pas une grande différence entre les viteſſes.

24. COMPARONS donc, par exemple, le bateau N°. 2 ſucceſſivement avec chacun des bateaux N°ˢ. 8, 9, 10, 11, 12, qui ont même largeur & même flottaiſon que lui.

D'abord, ſuivant l'Expérience 10, le poids moteur P étant 24 marcs, le bateau N°. 2 parcourt uniformément 20 pieds en 17,32 demi-ſecondes. On

trouvera par le moyen de l'Expérience 86, & de la loi citée pour les viteſſes, que le poids moteur p du bateau N°. 8, doit être 20,18 marcs, environ, afin que ce bateau parcoure auſſi uniformément 20 pieds en 17,32 demi-ſecondes. Or la formule théorique $p = P \times \frac{\overline{AQ}^2}{\overline{AD}^2}$, donne $p = 19{,}20$ marcs.

En prenant toujours pour baſe l'Expérience 10, relative au bateau N°. 2; & cherchant ſucceſſivement, au moyen des Expériences 91, 97, 105, 113, & de la loi des viteſſes, les poids moteurs p des bateaux N°s 9, 10, 11, 12, afin que ces bateaux ayent la même viteſſe que le bateau N°. 2, on trouvera

N°. 9 . . . . $p = 12{,}96$ marcs, environ; ſelon la théorie, $p = 12$ marcs.

N°. 10 . . . . $p = 10{,}80$ marcs, environ; ſelon la théorie, $p = 7{,}38$ marcs, environ.

N°. 11 . . . . $p = 8{,}39$ marcs, environ; ſelon la théorie, $p = 4{,}80$ marcs.

N°. 12 . . . . $p = 8{,}32$ marcs, environ; ſelon la théorie, $p = 3{,}31$ marcs, environ.

Comparons encore les deux bateaux, N°s. 1 & 7, qui ont même largeur & même flottaiſon. Suivant l'Expérience 6, le poids moteur P étant 22 marcs, le bateau N°. 1 parcourt uniformément 20 pieds en 12,75 demi-ſecondes. On trouvera, par le moyen de l'Expérience 75, & de la loi des viteſſes, que le poids moteur p du bateau N°. 7, devroit être 8,68

marcs, environ, afin que ce bateau parcourût auſſi uniformément 20 pieds en 12,75 demi-ſecondes. La formule théorique donne $p = 1,29$ marcs, environ.

25. SANS multiplier davantage ces ſortes de comparaiſons, nous voyons que relativement à la loi du quarré du ſinus de l'angle d'incidence du fluide ſur le plan, la théorie s'éloigne de plus en plus de l'expérience, à meſure que l'angle en queſtion devient plus petit. Les poids moteurs, relatifs aux chocs obliques, ſont toujours plus grands, ſuivant l'expérience, qu'ils ne devroient l'être, ſuivant la théorie. Lorſque l'angle d'incidence eſt un peu grand, comme, par exemple, pour le bateau N°. 8, où il eſt de 63° 28′, & même pour le bateau N°. 9, où il eſt de 45°; les réſultats de la théorie ne s'éloignent pas extrêmement de ceux de l'expérience. Mais pour le bateau N°. 10, où l'angle d'incidence eſt de 33° 41′; pour le bateau N°. 11, où il eſt de 26° 34′; pour le bateau N°. 12, où il eſt de 21° 49′; pour le bateau N°. 7, où il eſt de 14° 3′: la différence entre les réſultats de l'expérience & ceux de la théorie, devient très-ſenſible, & d'autant plus grande que l'angle d'incidence eſt plus petit. On ne peut donc pas alors employer, dans la pratique, la théorie pour déterminer les réſiſtances ou les percuſſions qui proviennent des chocs obliques. Semblablement la théorie eſt abſolument inſuffiſante pour la détermination des réſiſtances qu'éprouvent les ſurfaces courbes, ſi ce n'eſt pour le

cas très-limité où les ſurfaces ne préſenteroient point de petits angles d'incidence au choc du fluide.

26. DANS la néceſſité où nous ſommes d'abandonner en général la loi du quarré du ſinus de l'angle d'incidence, voyons ſi on ne pourroit pas ſubſtituer à la ſeconde puiſſance de ce ſinus, quelqu'autre puiſſance qui ſatisfît aux phénomènes. Je ſuppoſe donc (N°. 22) qu'au lieu de l'équation, Force $FE = \Pi \times \frac{AD \times (\text{ſin. } ADQ)^2}{AQ \times (\text{ſin. tot.})^2}$, on ait en général, Force $FE = \Pi \times \frac{AD \times (\text{ſin. } ADQ)^n}{AQ \times (\text{ſin. tot.})^n} = \Pi \times \frac{AD \times \overline{AQ}^n}{AQ \times \overline{AD}^n} = \Pi \times \frac{\overline{AQ}^{n-1}}{\overline{AD}^{n-1}}$; & par conſéquent $p = P \times \frac{\overline{AQ}^n}{\overline{AD}^n}$. Cette dernière équation donne $n = \frac{\log. P - \log. p}{\log. AD - \log. AQ}$. Or, par le réſultat moyen de cinq applications ſucceſſives de cette formule à cinq expériences faites avec chacun des ſix bateaux N°s. 8, 9, 10, 11, 12, 7, & comparées à des expériences faites avec les bateaux N°s. 2 & 1; nous trouvons,

pour le bateau N°. 8 . . . . . $n = 1{,}79$
pour le bateau N°. 9 . . . . . $n = 1{,}59$
pour le bateau N°. 10 . . . . . $n = 1{,}29$
pour le bateau N°. 11 . . . . . $n = 1{,}08$
pour le bateau N°. 12 . . . . . $n = 0{,}92$
pour le bateau N°. 7 . . . . . $n = 0{,}66$.

Cela posé, toutes ces valeurs de n qui devroient être les mêmes, au moins sensiblement, si la formule $p = P \times \frac{\overline{AQ}^{n}}{\overline{AD}^{n}}$ pouvoit satisfaire aux phénomènes, étant très-différentes, lorsque les angles d'incidence sont très-différents ; nous concluons qu'on ne peut pas expliquer par la théorie, les résistances qui proviennent des chocs obliques, en introduisant au lieu du quarré, toute autre puissance du sinus de l'angle d'incidence, dans l'expression de la résistance.

La fonction générale du tems, de l'espace, de la surface & du sinus de l'angle d'incidence, propre à représenter la résistance dans tous les cas, est un objet de recherche très-difficile & très-digne de l'attention des Géomètres. Nous pourrons nous occuper de ce Problême, dans un autre tems. Achevons, quant à présent, notre comparaison générale de la théorie ordinaire avec l'expérience.

SECTION IV.

Quelle eſt la meſure abſolue de la Réſiſtance perpendiculaire & directe ?

27. LE mouvement étant ſuppoſé uniforme, le poids moteur de chaque bateau fait continuellement équilibre à la réſiſtance de l'eau, au frottement & à la réſiſtance que l'air oppoſe à la partie du corps flottant, extérieure de l'eau. Je ne dis rien de la réſiſtance que le poids moteur lui-même trouve à fendre l'air, parce qu'elle eſt toujours très-légère, à raiſon du petit volume de ce poids. Mais le frottement & la réſiſtance que l'air fait au bateau, doivent être évalués, autant qu'il eſt poſſible, & enſuite retranchés du poids moteur donné par l'expérience, afin d'avoir la réſiſtance effective que le bateau éprouve de la part de l'eau. Commençons par le frottement.

28. NOUS avons fait ſuſpendre à la poulie ſupérieure pluſieurs paires de poids égaux, au moyen du cordon qui a ſervi pour nos Expériences. La longueur du cordon compris maintenant entre les deux poids, eſt de 152 pieds ; nous eſtimons que ſon poids eſt de 12 onces. Enſuite nous avons ajouté à l'un des deux poids ſuſpendus, un autre petit poids, ſimplement ſuffiſant pour rompre l'équilibre. Ce poids additionel eſt la quantité pour laquelle le frottement entre dans

le poids moteur ; & par conſéquent en retranchant le premier poids du ſecond, le reſte ſera la valeur des réſiſtances de l'eau & de l'air.

Le raïon de la poulie, augmenté de celui du cordon, eſt au raïon du tourillon, à-peu-près dans le rapport de 31 à 2. D'où l'on verra, par la Table ſuivante, que le frottement eſt environ la cinquième partie de la preſſion. Cette détermination du frottement eſt pour l'état d'équilibre ; dans l'état de mouvement, le frottement doit être un peu moindre.

Table pour la détermination du frottement.

Somme des deux poids ſuſpendus.	Somme des poids, en y comprenant celui du cordon.		Poids ajoutés pour vaincre le frottement.	
Marcs.	Marcs.	Onces.	Onces.	Gros.
16	17	4	1	5
20	21	4	2	0
24	25	4	2	4
28	29	4	3	0
32	33	4	3	3
36	37	4	3	7
40	41	4	4	3
44	45	4	4	6
48	49	4	5	2
52	53	4	5	5
56	57	4	6	0

SOMME des deux poids suſpendus.	SOMME des poids, en y comprenant celui du cordon.		POIDS ajoutés pour vaincre le frottement.	
Marcs.	Marcs.	Onces.	Onces.	Gros.
60	61	4	6	3
64	65	4	6	6
68	69	4	7	2
72	73	4	7	6
76	77	4	8	2
80	81	4	8	6
84	85	4	9	2
88	89	4	9	6
92	93	4	10	1
96	97	4	10	4
100	101	4	11	0

RÉFLEXION.

29. Il n'eſt queſtion dans cette Table que du frottement pour la poulie ſupérieure ; nous devons encore avoir égard au frottement de la poulie inférieure ; mais celui-ci eſt un peu moindre que l'autre, parce que les deux cordons, pour la poulie inférieure, forment entr'eux un angle droit. Tout conſidéré, nous eſtimons que s'il n'y avoit point du tout de frottement, les poids moteurs de nos Expériences devroient être réduits comme il ſuit :

Pour 6 marcs.... ou 48 onces.. mettez $46\frac{1}{2}$ onc.
pour 8..... 64..... 62
pour 10..... 80..... $77\frac{1}{2}$

pour 12 marcs . . . ou 96 onces . . mettez 93 onc.
pour 14 . . . . . 112 . . . . . 108 ½
pour 16 . . . . . 128 124
pour 18 . . . . . 144 . . . . . 139 ½
pour 20 . . . . . 160 155
pour 22 . . . . . 176 . . . . . 170 ½
pour 24 . . . . . 192 186
pour 26 . . . . . 208 . . . . . 201 ½
pour 28 . . . . . 224 217
pour 30 . . . . . 240 . . . . . 232 ½
pour 32 . . . . . 256 248
pour 34 . . . . . 272 . . . . . 263 ½
pour 36 . . . . . 288 279
pour 38 . . . . . 304 . . . . . 294 ½
pour 40 . . . . . 320 310
pour 42 . . . . . 336 . . . . . 325 ½
pour 44 . . . . . 352 341
pour 46 . . . . . 368 . . . . . 356 ½
pour 48 . . . . . 384 372
pour 50 . . . . . 400 . . . . . 387 ½
&c.

30. AYANT ainſi déterminé à-peu-près les effets du frottement, on déterminera auſſi à-peu-près la réſiſtance de l'air pour chaque bateau, en meſurant la ſurface que ce bateau préſente au choc de l'air, & en partant de ce principe, que ſous même viteſſe, les chocs de l'eau & de l'air, contre des plans différents, ſont en raiſon compoſée des ſurfaces choquées & des denſités ou peſanteurs ſpécifiques des deux fluides.

Appliquons ceci à quelques exemples, pris d'ailleurs au haſard, parmi les réſiſtances perpendiculaires & directes.

31. SOIENT propoſées les Expériences 1, 12, 20, 34, 48, (Chap. II); & 6 (Chap. IV); Expériences dans leſquelles nous conſidérons toujours le mouvement ſur les 20 derniers pieds de l'eſpace parcouru. Nommons en général, pour chaque bateau, Q le poids moteur diminué de la quantité relative au frottement; R & r les réſiſtances de l'eau & de l'air.

Cela poſé, 1°. pour l'Expérience 1, où l'on emploie le bateau N°. 1, les deux plans choqués par l'eau & par l'air, ſont entr'eux dans le rapport de 12 pouces à 6 pouces, ou de 2 à 1. Ainſi, en ſuppoſant que les denſités de ces deux fluides ſoient entr'elles dans le rapport de 850 à 1, on aura $R:r::2\times850:1::1700:1$. Or $R+r=Q$. Donc $r=Q\times\frac{1}{1701}$, & $R=Q\times\frac{1700}{1701}$.

2°. Pour l'Expérience 12, où l'on emploie le bateau N°. 2, les deux plans choqués par l'eau & par l'air ſont encore entr'eux dans le rapport de 2 à 1. Donc $r=Q\times\frac{1}{1701}$, & $R=Q\times\frac{1700}{1701}$.

3°. Pour l'Expérience 20, où l'on emploie le bateau N°. 3, 1re flottaiſon, les deux plans choqués par l'eau & par l'air, ſont entr'eux dans le rapport de 7 pouces 10 lignes à 11 pouces 10 lignes, ou de 47 à 71. Donc $R:r::850\times47:71::39950:71$. Donc $r=Q\times\frac{71}{40021}$, & $R=Q\times\frac{39950}{40021}$.

4°. Pour l'Expérience 34, où l'on employe le bateau N°. 3, 2e flottaiſon, les deux plans choqués par l'eau & par l'air, ſont entr'eux dans le rapport de 12 pouces $5\frac{1}{2}$ lignes à 7 pouces $2\frac{1}{2}$ lignes, ou de 299 à 173. Ainſi $R:r::850\times299:1\times173::254150:173$. Donc $r=Q\times\frac{173}{254323}$, & $R=Q\times\frac{254150}{254323}$.

5°. Pour l'Expérience 48, où l'on employe le bateau N°. 3, 3e flottaiſon, les deux plans choqués par l'eau & par l'air, ſont entr'eux dans le rapport de 15 pouces 10 lignes à 3 pouces 10 lignes, ou de 95 à 23. Donc $R:r::850\times95:23::80750:23$. Ainſi $r=Q\times\frac{23}{80773}$, & $R=Q\times\frac{80750}{80773}$.

Enfin pour l'Expérience 6 (Chap. IV), où l'on employe le bateau N°. 21, les deux plans choqués par l'eau & par l'air, ſont entr'eux dans le rapport de 12 pouces $5\frac{1}{2}$ lignes à 7 pouces $2\frac{1}{2}$ lignes, ou de 299 à 173. Ainſi $R:r::850\times299:1\times173::254150:173$. Donc $r=Q\times\frac{173}{254323}$, & $R=Q\times\frac{254150}{254323}$.

Il eſt clair que dans tous les cas, on aura les valeurs de r & de R, en mettant pour Q ſa valeur déterminée au moyen de l'article précédent. Ces calculs font voir que la réſiſtance de l'air eſt extrêmement petite par rapport à celle de l'eau. Contentons-nous de mettre ici les expreſſions numériques de R.

onces onces.
Si (Exp. 1), $Q = 93$ . . on aura $R = 92{,}94$
ſi (Exp. 12), $Q = 248$ . . . . . $R = 247{,}85$
ſi (Exp. 20), $Q = 124$ . . . . . $R = 123{,}78$
ſi (Exp. 34), $Q = 155$ . . . . . $R = 154{,}90$
ſi (Exp. 48), $Q = 279$ . . . . . $R = 278{,}92$
ſi (Exp. 6 Ch. IV), $Q = 465$ . . . . . $R = 464{,}69$.

32. EXAMINONS maintenant la valeur du poids R, relativement à la ſurface que le bateau préſente au choc de l'eau, & à la viteſſe de ce choc.

On ſait qu'un pied cube d'eau douce pèſe 70 livres environ. Nommons en général M le volume d'un pied cube de cette eau; N, le volume d'une quantité d'eau du même poids que R exprimé en livres; ss, la ſurface préſentée au choc du fluide; & h, une hauteur telle qu'on ait $hss = N$; h', la hauteur due à la viteſſe avec laquelle ſe meut le bateau. On aura $N = M \times \frac{R}{70}$; & par conſéquent $hss = M \times \frac{R}{70}$, ou $h = \frac{M}{ss} \times \frac{R}{70}$. On cherchera la valeur de h', pour la comparer avec celle de h. Nous exprimerons ces deux lignes en pouces. En exécutant ces calculs pour les Expériences de l'article précédent, on trouvera

pouces. pouces.
Exp. 1 . . . . . $h = 0{,}99 +$ . . . . . $h' = 1{,}08$
Exp. 12 . . . . . $h = 1{,}32$ . . . . . $h' = 1{,}39$
Exp. 20 . . . . . $h = 1{,}28$ . . . . . $h' = 1{,}19$
Exp. 34 . . . . . $h = 1{,}01$ . . . . . $h' = 1{,}03$
Exp. 48 . . . . . $h = 1{,}43$ . . . . . $h' = 1{,}47$
Exp. 6 (Chp. IV) . . $h = 1{,}44$ . . . . . $h' = 0{,}84$.

33. ON voit par ces calculs que les valeurs de h & de h' ne différent jamais beaucoup entr'elles. Leurs différences peuvent être attribuées, ou aux erreurs inévitables dans les obſervations ou aux déterminations, toujours un peu hypothétiques ou incertaines, du frottement & de la réſiſtance de l'air. Ainſi dans la pratique, on peut ſuppoſer, ſans craindre d'erreur ſenſible, que *la réſiſtance perpendiculaire & directe d'une ſurface plane, qui ſe meut parallélement à elle-même dans un fluide indéfini, eſt égale au poids d'une colonne du même fluide, laquelle auroit pour baſe la ſurface choquée; & pour hauteur, celle qui eſt due à la viteſſe avec laquelle ſe fait la percuſſion.*

La réſiſtance ou la percuſſion des fluides dans des canaux étroits ou dans des courſiers, eſt plus grande que dans les fluides indéfinis, comme nous le verrons ci-deſſous (Chap. VI).

34. IL ne nous reſte plus ici qu'à dire quelque choſe de la tenacité des fluides, & du frottement qu'un bateau éprouve dans la direction de ſa longueur, de la part de l'eau.

Nous avons voulu déterminer la tenacité de l'eau, en meſurant, par un poids, la force qu'il faut employer pour mettre en mouvement un corps en repos, flottant ſur le fluide; & nous avons obſervé que du moment que le frottement eſt vaincu, la plus légère force met le bateau en mouvement. D'où nous avons conclu que la tenacité de l'eau eſt extrêmement petite, & que cette réſiſtance doit être regardée com-

me abſolument nulle par rapport à celle qui provient de l'inertie.

35. IL en eſt de même du frottement de l'eau le long des parois & du fond d'un bateau. Ce frottement eſt très-léger, & ſon effet ne peut pas être démêlé d'avec celui du frottement des poulies, ou de la réſiſtance de l'air, à moins que le bateau n'eût une très-grande longueur. On peut ſe convaincre de la juſteſſe de cette remarque, en comparant reſpectivement les Expériences 52, 53, 54, 55, avec les Expériences 31, 34, 36, 39.

Il y a plus. Par la comparaiſon que nous venons d'indiquer, on voit que le bateau des Expériences 52, 53, 54, 55, éprouve un peu plus de réſiſtance que celui des Expériences 31, 34, 36, 39, quoique le premier bateau ſoit plus court que le ſecond auquel il eſt d'ailleurs égal pour toutes les autres dimenſions. Il y a donc ici un effet contraire à celui qu'on devroit attendre du frottement de l'eau. La raiſon de cet effet eſt qu'un corps en mouvement ſur un fluide doit avoir une certaine longueur, pour que le creux qui ſe forme dans le fluide, vers ſa partie poſtérieure, puiſſe être rempli ou diminué par le fluide latéral, & que par le refoulement de l'eau, la différence de ſon niveau, de l'avant à l'arrière du corps flottant, ſoit moins grande.

CONCLUSION GÉNÉRALE DE CE CHAPITRE.

IL réſulte, de tout ce qui a été dit dans le cours du préſent Chapitre :

1°. Que les réſiſtances qu'éprouve un même corps de figure quelconque, mu avec différentes viteſſes dans un fluide indéfini, ſont ſenſiblement proportionnelles aux quarrés des viteſſes. La reſtriction *ſenſiblement* a été expliquée. On a vu que les réſiſtances croiſſoient dans une raiſon un peu plus grande que celle des quarrés des viteſſes. L'expérience eſt donc à-peu-près d'accord ſur ce point avec la théorie.

2°. Que les réſiſtances perpendiculaires & directes, de pluſieurs ſurfaces planes, mues avec la même viteſſe, ſont ſenſiblement proportionnelles aux étendues de ces ſurfaces. Les deux rapports peuvent être beaucoup rapprochés de l'égalité, en ayant égard convenablement aux différents remous que les bateaux éprouvent en diviſant le fluide. Ainſi l'expérience peut être cenſée encore d'accord ſur ce ſecond point avec la théorie.

3°. Que les réſiſtances qui proviennent des mouvements obliques, ne diminuent pas, à beaucoup près, toutes choſes d'ailleurs égales, dans la raiſon des quarrés des ſinus des angles d'incidence ; que par conſéquent ſur ce troiſième point, la théorie ordinaire de la réſiſtance des fluides doit être entièrement abandonnée, lorſque les angles d'incidence ſont petits, puiſqu'alors elle donneroit néceſſairement des réſultats très-fautifs. On voit auſſi qu'elle ne peut pas être employée pour trouver le ſolide de la moindre réſiſtance, ni en général pour déterminer aucune courbe propre à remplir un objet propoſé ; puiſque dans ces ſortes de Problêmes, la loi de la courbure eſt un élément in-

connu. Mais pour les cas où les angles d'incidence ſeroient grands, comme dans l'intervalle de 50 à 90 degrés, on peut, en attendant mieux, ſe ſervir de la théorie ordinaire pour déterminer les réſiſtances, en obſervant néanmoins qu'elle donnera pour ces réſiſtances, des quantités un peu moindres qu'on ne les trouveroit par l'expérience, & d'autant moindres que les angles d'incidence s'éloigneront davantage de 90 degrés.

4°. Que la réſiſtance perpendiculaire & directe d'un plan, dans un fluide indéfini, eſt ſenſiblement égale au poids d'une colonne de ce fluide, laquelle auroit pour baſe la ſurface choquée, & pour hauteur, celle qui eſt due à la viteſſe avec laquelle ſe fait le choc.

5°. Que la tenacité de l'eau eſt une force que l'on doit regarder comme infiniment petite par rapport à la réſiſtance qui provient de l'inertie. La même choſe doit s'entendre du frottement de l'eau le long des parois du corps flottant. Ce frottement ne pourroit devenir ſenſible que dans le cas extraordinaire où le bateau auroit une longueur exceſſive par rapport à ſa largeur.

CHAPITRE

CHAPITRE VI.

Comparaiſon de la Réſiſtance des Fluides, dans des canaux étroits, avec celle des Fluides indéfinis.

1. UN corps en repos, flottant ſur un fluide, eſt ſoulevé verticalement avec la même force, quelles que ſoient les dimenſions du fluide. D'après ce principe d'Hydroſtatique, quelques perſonnes pourroient croire qu'il eſt indifférent, quant à l'effet de la réſiſtance, qu'un bateau ſe meuve dans un fluide plus ou moins étendu. On ſent que la différence ne peut être en effet que légère, lorſque la viteſſe du bateau eſt extrêmement petite. Mais on ſent auſſi que ſi la viteſſe du bateau eſt un peu grande dans un canal étroit, le fluide que ce corps pouſſe devant lui, n'ayant pas une entière liberté de ſe répandre par les côtés, ni même par le bas, ſi le canal eſt peu profond, doit oppoſer naturellement au bateau plus de réſiſtance, qu'il ne lui en oppoſeroit, s'il n'étoit pas contenu par le fond & par les parois du canal. L'expérience va bientôt décider ſi ce raiſonnement eſt ſolide.

2. AVANT de rapporter (Chap. III) nos Expériences ſur la réſiſtance des fluides dans des canaux

étroits, nous avons indiqué la manière dont elles ont été faites. Nous ajouterons ici, ſur ce dernier point, que les parois verticales du canal étroit n'arrivent pas
Planc. III, Fig. 1. juſqu'à la face AK du baſſin (Pl. III, Fig. I); que leurs extrémités en ſont diſtantes d'une quantité yx qui eſt d'environ 4 pieds; d'où retranchant un peu moins de 1 pied pour l'épaiſſeur de la paillaſſe appliquée contre AK, & deſtinée à empêcher que les bateaux ne ſe briſent en arrivant, reſte de part & d'autre plus de 3 pieds pour la communication de l'eau du canal avec le reſte du baſſin. Le canal étant donc ſuppoſé ouvert par les deux bouts, le fluide que le bateau pouſſe devant lui a la liberté de fuir & de s'échapper par les ouvertures yx; tandis que le fluide du baſſin a la liberté d'entrer par l'autre bout du canal, & de ſuivre le bateau. Ainſi ce cas eſt entièrement analogue à celui d'un bateau qui ſe meut dans un canal étroit, de longueur indéfinie. Après avoir examiné amplement ce cas, nous avons auſſi déterminé la réſiſtance, lorſque le canal eſt fermé par les deux bouts.

3. En comparant entr'elles les réſiſtances qu'éprouve un même bateau, mu avec différentes viteſſes dans des canaux de différentes largeurs ou profondeurs, nous avons trouvé que pour chaque canal, les réſiſtances étoient ſenſiblement proportionnelles aux quarrés des viteſſes, comme dans les fluides indéfinis. C'eſt ce qu'on voit dans la Table ſuivante, qui a été conſtruite de la même manière que celle du N°. 8 (Chap. précéd.)

La première colonne contient les dimenſions tranſverſales du canal depuis le fond juſqu'à la ſurface de l'eau ; avec les noms des bateaux qui ont couru.

La ſeconde colonne, les N^os des Expériences.

La troiſième, les tems (en demi-ſecondes) des mouvements ſur les 20 derniers pieds, qu'on ſuppoſe parcourus uniformément.

La quatrième, les poids (en marcs) calculés d'après un poids donné par l'Expérience, & d'après l'hypothèſe, que les réſiſtances ſont dans chaque cas proportionnelles aux quarrés des viteſſes.

Enfin la cinquième colonne contient les poids donnés par l'Expérience.

On n'a pas compris dans cette Table, les Expériences 73, 74, 75, parce qu'elles ſe rapportent à d'autres qui y ſont contenues, & qu'elles ont ſimplement pour objet d'éclaircir la queſtion propoſée dans la remarque qui les précède. Ajoutons à cette remarque, quoique cela y ſoit déja dit implicitement, que les trois Expériences dont on vient de parler, ont été faites dans un canal ouvert par les deux bouts.

Rapport de la Réſiſtance théorique à la Réſiſtance effective, pour une même ſurface mue avec différentes viteſſes, dans des canaux étroits.

CANAL OUVERT PAR LES DEUX BOUTS.

PROFOND. & larg. du canal, VAISSEAUX.	EXPÉRIENC.	TEMS en demi-ſecon. ſur les 20 derniers pieds.	MARCS calculés.	MARCS éprouvés.
1re Prof. & 1re larg. du canal. Vaiſ. N°. 1.	1	19,04	16...baſe.	16
	2	17,25	19,49	20
	3	15,95	22,80	24
	4	14,60	27,21	28
	5	14,40	27,98	32
(id.) Vaiſſeau N°. 2.	6	23,25	32 ..baſe.	32
	7	21,25	38,31	40
	8	19,92	43,60	48
	9	18,50	50,54	56
(id.) Vaiſſeau N°. 4.	10	23,90	24...baſe.	24
	11	21,20	30,50	32
	12	19,15	37,38	40
	13	17,50	44,76	48
(id.) Vaiſſeau N°. 5.	14	23,85	24...baſe.	24
	15	21,15	30,52	32
	16	18,66	39,21	40
	17	17,15	46,41	48

PROFOND. & larg. du canal. VAISSEAUX.	EXPÉRIENC.	TEMS en demi-secon. sur les 20 derniers pieds.	MARCS calculés.	MARCS éprouves.
(id.) Vaisseau N°. 6.	18	21,35	24...base.	24
	19	18,80	30,95	32
	20	16,90	38,30	40
	21	15,56	45,18	48
1re Prof. & 2e larg. du canal. Vaiſ. N°. 1.	22	17,20	16...base.	16
	23	15,75	19,08	20
	24	14,40	22,82	24
	25	13,10	27,58	32
(id.) Vaisseau N°. 2.	26	21,80	32...base.	32
	27	19,70	39,19	40
	28	18,10	46,42	48
(id.) Vaisseau N°. 5.	29	22,62	24...base.	24
	30	19,85	31,16	32
	31	17,80	38,76	40
	32	16,30	46,22	48
(id.) Vaisseau N°. 6.	33	19,81	24...base.	24
	34	17,24	31,69	32
	35	15,85	37,49	40
2e Prof. & 3e larg. du canal. Vaiſ. N°. 1.	36	15,25	16...base.	16
	37	13,75	19,68	20
	38	13,00	22,01	24
(id.) Vaisseau N°. 2.	39	18,00	32...base.	32
	40	16,60	37,62	40
	41	15,30	44,29	48

PROFOND. & larg. du canal. VAISSEAUX.	EXPÉRIENC.	TEMS en demi-secon. sur les 20 derniers pieds.	MARCS calculés.	MARCS éprouvés.
(id.) Vaiſſeau N°. 5.	42	20,07	24...baſe.	24
	43	17,50	31,57	32
	44	16,00	37,76	40
	45	15,00	42,97	48
(id.) Vaiſſeau N°. 6.	46	17,70	24...baſe.	24
	47	15,50	31,29	32
	48	13,90	38,92	40
3e Prof. & 4e larg. du canal. Vaiſ. N°. 2.	49	16,41	32...baſe.	32
	50	14,80	39,34	40
	51	13,75	45,58	48
(id.) Vaiſſeau N°. 5.	52	15,94	32...baſe.	32
	53	14,50	38,67	40
	54	13,38	45,42	48
4e Prof. & larg. indéfi. du canal. Vaiſ. N°. 2.	55	16,00	32...baſe.	32
	56	14,50	38,96	40
	57	13,50	44,95	48
(id.) Vaiſſeau N°. 5.	58	15,13	32...baſe.	32
	59	13,60	39,60	40
	60	12,58	46,29	48
2e Prof. & 1re larg. du canal. Vaiſ. N°. 7.	61	16,40	16...baſe.	16
	62	15,25	18,50	20
	63	14,45	20,61	24
(id.) Vaiſſeau N°. 9.	64	22,96	32...baſe.	32
	65	21,13	37,78	40
	66	19,10	46,24	48

CANAL FERMÉ PAR LES DEUX BOUTS.

PROFOND. & larg. du canal. VAISSEAUX.	EXPÉRIENC.	TEMS en demi-secon. sur les 20 derniers pieds.	MARCS calculés.	MARCS éprouvés.
2e Prof. & 1re larg. du canal. Vaiſ. N°. 1.	67	19,00	16...baſe.	16
	68	17,25	19,41	20
	69	16,13	22,20	24
(id.) Vaiſſeau N°. 2.	70	26,40	32...baſe.	32
	71	24,40	37,46	40
	72	22,95	42,34	48

RÉFLEXIONS.

4. CETTE Table, comparée avec la première de l'article 8 (Chap. V), offre un moyen facile de trouver le rapport de la réſiſtance dans un canal étroit, avec la réſiſtance dans un fluide indéfini. Car nous n'avons qu'à prendre un même bateau, qui ait couru dans les deux cas ; chercher par la loi des réſiſtances proportionnelles aux quarrés des viteſſes, le poids moteur néceſſaire pour que ce bateau ſe meuve dans le canal étroit, avec la même viteſſe qu'il s'eſt mu dans le fluide indéfini, au moyen d'un poids connu : alors les deux poids moteurs correſpondants ſeront entr'eux, du moins ſenſiblement, dans le rapport cherché des

réſiſtances. Nous allons appliquer cette méthode à pluſieurs exemples que nous diſcuterons ſéparément, parce que chacun d'eux fournira des remarques particulières. On nommera en général F la réſiſtance dans le canal étroit, f la réſiſtance correſpondante ou relative à la même viteſſe, dans le fluide indéfini. De plus, pour abréger, nous diſtinguerons pluſieurs canaux étroits, à raiſon de leurs différentes ſections tranſverſales ou perpendiculaires à la longueur conſtante.

Réſiſtance directe ; canaux ouverts par les deux bouts.

I. CANAL. 5. I. CANAL. Premièrement, ſoit le bateau N°. 1. Suivant l'Expérience 1 (Chap. V, N°. 8, Tabl. I), le poids moteur étant 12 marcs, ce bateau parcourt 20 pieds en 17,08 demi-ſecondes, ou 40 pieds en $17'',08$, dans le fluide indéfini ; & ſuivant la Table précédente (Exp. 2), la force motrice étant 20 marcs, il parcourt 20 pieds en 17,25 demi-ſecondes, ou 40 pieds en $17'',25$, dans le canal étroit. Donc, pour qu'il y parcourût 20 pieds en 17,08 demi-ſecondes, il faudroit employer un poids moteur de 20,40 marcs. Ainſi, on aura $F:f::20{,}40:12$. Le dernier rapport eſt un peu trop grand, à raiſon d'une petite différence dans les frottements. Mais on peut ſuppoſer qu'on a ſenſiblement $F:f::5:3$. D'où l'on voit que le bateau éprouve beaucoup plus de réſiſtance dans le canal étroit, que dans le fluide indéfini.

Dans le canal étroit, la profondeur de l'eau ſous le bateau, ou la diſtance du fond du bateau au fond du canal, eſt de 3 pouces 2 lignes ; & la diſtance de cha-

cune des parois latérales du bateau à chacune des parois latérales du canal eſt de 8 pouces $\frac{1}{4}$. L'eau qui a choqué le bateau, n'ayant pas une liberté ſuffiſante pour s'échapper, ſoit par-deſſous le bateau, ſoit le long de ſes côtés, eſt forcée de rétrograder, ou de fuir en partie devant le bateau, du moins juſqu'à une certaine diſtance. C'eſt ce qui produit l'excès de *F* ſur *f*.

2°. Soit le vaiſſeau N°. 2. L'Expérience 8 (Ch. V, N°. 8, Tab. I) fait voir que le poids moteur étant 16 marcs, notre bateau parcourt 40 pieds en 21″,11; & on trouve, au moyen de l'Expérience 7 de la Table précédente, qu'il aura la même viteſſe dans le canal étroit, ſi l'on employe un poids moteur de 40,54 marcs. On aura donc $F:f::40{,}54:16$; ou bien (en diminuant un peu le ſecond rapport), $F:f::5:2$, à-peu-près.

Dans le canal étroit, la profondeur de l'eau ſous le bateau eſt de 3 pouces 2 lignes; & la diſtance de chacune des parois latérales du bateau, à chacune des parois latérales du canal, eſt ſeulement de 2 pouces $\frac{1}{4}$. D'où l'on voit que l'excès de *F* ſur *f* doit être ici plus grand que dans le premier cas.

3°. Soit le vaiſſeau N°. 4. L'Expérience 52 (Chap. V, &c.) fait voir que le poids moteur étant 16 marcs, le bateau parcourt 40 pieds en 19″,85; & on trouve, au moyen de l'Expérience 11 de la Table précédente, qu'il aura la même viteſſe, dans le canal étroit, ſi l'on employe un poids moteur de 36,50 marcs. On aura donc $F:f::36{,}50:16$; ou

(en diminuant un peu le ſecond rapport), $F:f::9:4$, à-peu-près.

Dans le canal étroit, la hauteur de l'eau ſous le bateau, eſt de 2 pouces $8\frac{1}{2}$ lignes; & la diſtance de chacune des parois latérales du bateau à chacune des parois latérales du canal, eſt de 4 pouces 5 lignes. On voit que la diminution de la profondeur de l'eau ſous le bateau fait augmenter ſenſiblement le rapport de F à f.

4°. Soit le bateau N°. 6. L'Expérience 60 (Ch. V, &c.) fait voir que le poids moteur étant 16 marcs, le bateau parcourt 40 pieds en 18″,83, dans le fluide indéfini; & on trouve au moyen de l'Expérience 19 de la Table précédente, qu'il aura la même viteſſe dans le canal étroit, ſi l'on employe un poids moteur de 31,90 marcs. On aura donc $F:f::31,90:16$, ou (en diminuant un peu le ſecond rapport), $F:f::33:17$, à-peu-près.

Dans le canal étroit, la profondeur de l'eau, ſous la quille du bateau, eſt de $2\frac{1}{2}$ pouces; & la plus courte diſtance de chacune des parois latérales du bateau à chacune des parois latérales du canal, eſt de 4 pouces 5 lignes. L'eau a ici un peu plus de facilité à s'échapper, que dans le cas précédent; de-là vient que le rapport de F à f eſt un peu moindre que tout-à-l'heure.

II. CANAL. 6. II. CANAL. Premièrement, ſoit le vaiſſeau N°. 1. L'Expérience 1 (Chap. V, &c.) fait voir que le poids moteur étant 12 marcs, notre bateau parcourt 40 pieds en 17″,08, dans le fluide indéfini;

& on trouve, au moyen de l'Expérience 22 de la Table précédente, qu'il aura la même viteſſe dans le canal étroit, ſi l'on employe un poids moteur de 16,22 marcs. Ainſi on aura $F:f::16{,}22:12$; ou (en diminuant un peu le ſecond rapport), $F:f::4:3$.

Ici la profondeur de l'eau dans le canal, au-deſſous du bateau, eſt de 3 pouces 2 lignes; & la diſtance de chacune des parois latérales du bateau à chacune des parois latérales du canal, eſt de 14 pouces. En comparant ce cas avec le premier de l'article précédent, on voit que l'élargiſſement du canal, (la profondeur demeurant la même), fait diminuer ſenſiblement la réſiſtance.

2°. Soit le vaiſſeau N°. 2. L'Expérience 8 (Ch. V, &c.) fait voir que le poids moteur étant 16 marcs, notre bateau parcourt 40 pieds en $21'',11$; & on trouve, au moyen de l'Expérience 26 de la Table précédente, qu'il aura la même viteſſe dans le canal étroit, ſi l'on employe un poids moteur de 34,12 marcs. Ainſi on a $F:f::34{,}12:16$; ou (en diminuant un peu le ſecond rapport), $F:f::19:9$, à peu près.

Dans le canal étroit, la profondeur de l'eau, ſous le bateau, eſt de 3 pouces 2 lignes; & la diſtance de chacune des parois latérales du bateau à chacune des parois latérales du canal, eſt de 8 pouces. Comparez ce cas avec le ſecond de l'article précédent: vous verrez diminuer la réſiſtance à meſure que le canal s'élargit.

3°. Soit le vaiſſeau N°. 6. L'Expérience 60 (Ch. V, &c.) fait voir que le poids moteur étant 16 marcs,

notre bateau parcourt 40 pieds en 18″,83, dans le fluide indéfini ; & on trouve, au moyen de l'Expérience 33 de la Table précédente, qu'il aura la même viteſſe dans le canal, ſi l'on employe un poids moteur de 26,56 marcs. On aura donc $F:f::26,56:16$, ou (en diminuant un peu le ſecond rapport), $F:f::13:8$.

La profondeur de l'eau du canal, ſous la quille du vaiſſeau, eſt de $2\frac{1}{2}$ pouces ; & la plus courte diſtance de chacune des parois latérales du bateau à chacune des parois latérales du canal, eſt de 10 pouces 2 lignes. Comparez ce cas avec le quatrième de l'article précédent, &c.

III. CANAL. 7. III. CANAL. Premièrement, ſoit le bateau N°. 1. L'Expérience 2 (Chap. V, &c.) fait voir que le poids moteur étant 14 marcs, notre bateau parcourt 40 pieds en 15″,90, dans le fluide indéfini ; & on trouve, au moyen de l'Expérience 36 de la Table précédente, qu'il aura la même viteſſe dans le canal, ſi l'on employe un poids moteur de 14,72 marcs. On aura donc $F:f::14,72:14$; ou (en diminuant un peu le ſecond rapport), $F:f::19:18$.

La profondeur de l'eau du canal, ſous le bateau, eſt de $3\frac{1}{2}$ pouces ; & la diſtance de chacune des parois du bateau à chacune des parois du canal eſt de $31\frac{1}{2}$ pouces. Ces deux diſtances peuvent être regardées comme indéfinies. On voit que f ſe rapproche beaucoup de F, mais que cependant $F > f$, parce que le fluide eſt encore un peu gêné ſous le bateau.

2°. Soit le bateau N°. 2. L'Expérience 10 (Ch. V,

&c.) fait voir que le poids moteur étant 24 marcs, notre bateau parcourt 40 pieds en 17″,32, dans le fluide indéfini; & on trouve, au moyen de l'Expérience 39 de la Table précédente, qu'il aura la même viteſſe dans le canal, ſi le poids moteur eſt de 34,56 marcs. On aura donc $F:f::34,56:24$, ou (en diminuant un peu le ſecond rapport), $F:f::18:13$, à-peu-près.

La profondeur de l'eau du canal, ſous le bateau, eſt de $3\frac{1}{2}$ pouces; & la diſtance de chacune des parois du bateau à chacune des parois du canal, eſt de $25\frac{1}{2}$ pouces. On voit que l'eau eſt gênée, non-ſeulement par-deſſous le bateau, mais encore par les côtés.

8. IV. CANAL. SOIT le bateau N°. 2. L'Expérience 11 (Chap. V, &c.) fait voir que le poids moteur étant 28 marcs, notre bateau parcourt 40 pieds en 16″,12, dans le fluide indéfini; & on trouve, au moyen de l'Expérience 49 de la Table précédente, qu'il aura la même viteſſe dans le canal, ſi l'on emploie un poids moteur de 33,16. On aura donc $F:f::33,16:28$, ou (en diminuant un peu le ſecond rapport), $F:f::9:8$, à-peu-près. IV. CANAL.

La largeur du canal eſt indéfinie; mais la profondeur de l'eau ſous le bateau, n'eſt que de $3\frac{1}{3}$ pouces, & c'eſt ce qui produit l'excès de F ſur f.

9. V. CANAL. SOIT encore le bateau N°. 2. L'Expérience 11 (Chap. V, &c.) fait voir que le poids moteur étant 28 marcs, notre bateau parcourt 40 pieds en 16″,12, dans le fluide indéfini; & on trouve, V. CANAL.

au moyen de l'Expérience 55 de la Table précédente, qu'il aura la même viteſſe dans le canal, ſi l'on employe un poids moteur de 31,52 marcs. On aura donc $F:f::31,52:28$; ou (en diminuant un peu le ſecond rapport), $F:f::11:10$, à-peu-près.

La largeur du canal eſt indéfinie. La profondeur de l'eau ſous le bateau, eſt de $15\frac{1}{4}$ pouces. Il paroît que cette profondeur gêne encore un peu le mouvement du bateau, à raiſon de l'étendue de ſon fond : peut-être faut-il attribuer l'excès de F ſur f, aux erreurs des obſervations.

Réſiſtance oblique ; canal ouvert par les deux bouts.

VI. CANAL. 10. VI. CANAL. 1°. SOIT le vaiſſeau N°. 7. L'Expérience 75 (Chap. V, &c.) fait voir que le poids moteur étant 10 marcs, notre bateau parcourt 40 pieds en 11″,88, dans le fluide indéfini ; & on trouve, au moyen de l'Expérience 61 de la Table précédente, qu'il aura la même viteſſe dans le canal, ſi l'on employe un poids moteur de 30,49 marcs. On aura donc $F:f::30,49:10$, ou (en diminuant un peu le ſecond rapport), $F:f::34:11$, à-peu-près.

La profondeur de l'eau du canal, ſous le bateau, eſt de $3\frac{1}{2}$ pouces ; & la diſtance de chacune des parois latérales du bateau à chacune des parois latérales du canal, eſt de $8\frac{1}{4}$ pouces. En comparant ce cas avec le premier de l'article 5, on verra que toutes choſes d'ailleurs égales, une proue angulaire & tranchante fait diminuer conſidérablement moins la réſiſtance dans un canal étroit que dans un fluide indéfini. La

raiſon s'en préſente d'elle-même. Dans le canal étroit, le fluide diviſé par le tranchant de la proue eſt ſoutenu par les parois du canal, & réagit contre le bateau; au lieu que dans un fluide indéfini, l'eau diviſée par la proue ſe répand de part & d'autre, ſans obſtacle, dans le fluide environnant. On reconnoîtra, d'une manière encore plus ſenſible, la vérité de cette obſervation, par l'exemple ſuivant.

2°. Soit le vaiſſeau N°. 9. L'Expérience 91 (Chap. V, &c.) fait voir que le poids moteur étant 12 marcs, notre bateau parcourt 40 pieds en 18″,00, dans le fluide indéfini; & on trouve, au moyen de l'Expérience 64 de la Table précédente, qu'il aura même viteſſe dans le canal, ſi l'on employe un poids moteur de 52,06 marcs. Ainſi $F:f::52{,}06:12$; ou (en diminuant un peu le ſecond rapport), $F:f::51:12$.

Réſiſtance directe; canal fermé par les deux bouts.

11. VI. CANAL. SOIENT les vaiſſeaux N°s 1 & 2. Si, au moyen de la Table précédente, on compare chacune à chacune, 1°. les Expériences 67, 68, 69 aux Expériences 1, 2, 3; enſuite les Expériences 70, 71, 72 aux Expériences 6, 7, 8: on verra que pour le bateau N°. 1, la réſiſtance eſt à-peu-près la même, lorſque le canal eſt fermé, ou lorſqu'il eſt ouvert, par les deux bouts; mais que pour le bateau N°. 2, elle eſt ſenſiblement plus grande dans le canal fermé que dans le canal ouvert. En effet, le fluide pouſſé par chaque bateau étant ſoutenu par la paroi antérieure & VI. CANAL.

tranſverſale du canal, a bien plus la liberté de refluer par les côtés, pour le bateau N°. 1, que pour le bateau N°. 2, qui eſt deux fois plus large.

Les deux canaux comparés ont la même largeur ; ſeulement celui dont il eſt ici queſtion, eſt de 4 lignes plus profond que le premier ; ce qui tend à diminuer un peu la réſiſtance.

CONCLUSION GÉNÉRALE DE CE CHAPITRE.

12. IL réſulte des Expériences & des calculs que nous venons d'expoſer, que la réſiſtance des fluides contenus dans des canaux étroits ou peu profonds, eſt plus grande que celle des fluides indéfinis en tous ſens. La différence peut aller très-loin ; elle depend des dimenſions tranſverſales du canal & de la forme des vaiſſeaux de comparaiſon.

13. NOUS avons obſervé que dans un canal étroit, le fluide pouſſé par le bateau, fuit, du moins en partie, devant lui, & forme un courant plus ou moins rapide, ſelon que le bateau ſe meut plus ou moins vîte. Ce courant doit avoir lieu, d'une manière plus ou moins marquée, dans toutes ſortes de canaux étroits. Car ſi le bateau rempliſſoit exactement le canal, il pouſſeroit toute l'eau devant lui, à-peu-près de méme que le piſton d'une ſeringue chaſſe l'eau qu'elle contient. Mais comme il y a toujours du vuide par les côtés & par-deſſous le fond du bateau, une partie du fluide s'écoule par ce vuide, l'autre partie eſt refoulée par le bateau ; ce qui produit des courants contraires

contraires, leſquels ſont ſuſceptibles de pluſieurs variétés, à raiſon de la variété des cauſes qui tendent à les former, & de la longuer du canal dans lequel ſe fait le mouvement. Moins l'eau a de facilité pour paſſer de l'avant à l'arrière du bateau, plus le courant contraire eſt grand, & moins le bateau eſt ſoutenu vers ſa partie poſtérieure ; d'où réſulte une augmentation de réſiſtance.

14. On voit par-là combien il eſt eſſentiel de donner aux canaux de navigation, le plus de largeur & de profondeur, qu'il eſt poſſible, ſans ſe jetter néanmoins dans une dépenſe ſuperflue. On doit donc éviter, à moins qu'on n'y ſoit forcé par des circonſtances locales, extrêmement rares, de conſtruire des canaux ſouterrains. Car ſi l'on veut donner à ces ſortes de canaux, les dimenſions requiſes pour y établir une navigation ſûre & commode, ils coûteront ſouvent des ſommes énormes, tant pour l'extraction des terres, que pour la conſtruction des voûtes, preſque toujours indiſpenſablement néceſſaires pour ſoutenir le ciel & les parois de l'excavation. Il ne s'agit pas ici de ſe propoſer la gloire de vaincre des difficultés. Un canal eſt un objet d'utilité, & non pas un monument d'oſtentation. Si les frais, pour ſa conſtruction & pour ſon entretien, l'emportent ſur les avantages qu'on en eſpère, aucune conſidération ne peut déterminer à l'entreprendre. Les canaux à ciel ouvert méritent en général toute préférence ſur les canaux ſouterrains. Il eſt vrai qu'au moyen de ceux-ci, on peut quelquefois dimi-

nuer beaucoup le trajet de la navigation; mais cet avantage prétendu n'eſt le plus ſouvent qu'une illuſion. Car le but qu'on ſe propoſe dans le tranſport d'un bateau, n'eſt pas ſimplement d'abréger l'eſpece qu'il parcourt, mais d'arriver d'un point à un autre dans le moindre tems poſſible. Or la navigation eſt incomparablement plus facile & plus prompte dans un canal à ciel ouvert, que dans un canal ſouterrain. Ajoutons que le premier, s'il eſt bien entendu, bien adapté au terrein, coûtera ordinairement beaucoup moins que le ſecond, malgré les différences qui peuvent ſe trouver dans les longueurs des deux canaux.

FIN.

ESSAI
D'UNE MÉTHODE
Pour trouver les loix des Phénomènes d'après les Obſervations.

Par M. le Marquis DE CONDORCET.

M. DE LA GRANGE a donné, dans les Mémoires de l'Académie, année 1772, une très-belle Méthode pour former des Tables des planètes par les ſeules obſervations, ou plus généralement, pour déduire les loix des phénomènes d'après les obſervations.

Celle que je propoſe ici, n'a d'autre avantage que d'être beaucoup moins ſavante; mais comme il ſeroit utile que tous les Savans qui s'occupent de Phyſique, puſſent employer ces méthodes, & les appliquer à leurs expériences, j'ai cru pouvoir propoſer celle-ci, qui m'a paru d'un uſage très-ſimple, & n'exiger que des connoiſſances très-élémentaires. D'ailleurs, lorſqu'il s'agit de méthodes, qui doivent devenir d'une pratique générale, on ne ſauroit trop les multiplier: parce qu'il n'y a guère que l'habitude qui puiſſe apprendre quelle eſt celle, qui dans l'uſage, mérite la préférence.

Il falloit toutes ces raiſons pour me déterminer à

traiter une matière dont M. de la Grange s'étoit occupé.

L'avantage qu'ont les Méthodes algébriques de réduire, à des opérations pour ainſi dire techniques, des recherches qui demanderoient ſans cela des connoiſſances étendues, ou de la ſagacité, ſuffiroit peut-être pour faire préférer ces Méthodes dans les applications des Mathématiques aux Sciences naturelles.

Ce Mémoire ſera diviſé en pluſieurs articles, ſelon les différentes manières de repréſenter les loix que l'on cherche, & ſuivant la marche des obſervations d'après leſquelles on détermine ces loix.

Ier CAS.

La quantité cherchée ϕ eſt exprimée par une fonction d'une ſeule quantité variable x. Cette fonction eſt compoſée d'un nombre fini de termes $Ax^m e^{fx}$, où m eſt un nombre entier poſitif; & l'on connoît par l'obſervation des valeurs particulières de ϕ,

$$V,\ V',\ V'',\ V'''\ldots V^{(q)},$$

répondantes à $x = r, r+s, r+2s, r+3s \ldots r+qs$; ces valeurs de x étant en progreſſion arithmétique.

I.

Suppoſons que l'on ait en général $V + aV' + bV'' \ldots\ldots + qV^n = 0$, $V' + aV'' + bV''' \ldots\ldots + qV^{n+1} = 0$; & ainſi de ſuite pour toutes les valeurs de V. L'on pourra ſuppoſer que l'on ait en général $\phi + a\phi(x+\Delta x) + b\phi(x+2\Delta x)\ldots\ldots + q\phi(x+n\Delta x) = 0$, $\Delta x = s$. On aura donc,

ſi on fait $\phi = A e^{fx}$, l'équation $1 + a e^{fs} + b e^{2fs} \ldots$ $\ldots + q e^{nsf} = 0$, qui ſervira à déterminer les valeurs de e^f.

Appellons e^f, $e^{f'}$, $e^{f''}$, &c, les racines inégales; m, le nombre des racines e^f; m', celui des racines $e^{f'}$; m'', celui des racines $e^{f''}$; on aura, pour valeur générale de ϕ, la fonction,

$$(A x^{m-1} + B x^{m-2} \ldots\ldots) e^{fx},$$
$$+ (A' x^{m'-1} + B' x^{m'-2} \ldots\ldots) e^{f'x},$$
$$+ (A'' x^{m''-1} + B'' x^{m''-2} \ldots\ldots) e^{f''x}.$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

Cette valeur contiendra $m + m' + m'' = n$ termes, & l'on déduira les valeurs des n quantités, A, $B \ldots$ A', $B' \ldots A''$, $B'' \ldots$ par les conditions que faiſant ſucceſſivement dans cette valeur de ϕ, $x = r$, $x = r + s$, $x = r + 2s$, $x = r + 3s \ldots\ldots$ $x = r + ns$, on ait $\phi = V$, $\phi = V'$, $\phi = V'' \ldots$ $\phi = V^{(n)}$. Cette Théorie a été expoſée dans pluſieurs Ouvrages.

Il en réſulte que ſi l'on a par l'obſervation, une ſuite de valeurs V de la fonction ϕ; c'eſt la même choſe de chercher ſi la fonction ϕ peut être ſuppoſée égale à un nombre n de termes de la forme $A x^m e^{fx}$; ou ſi l'on a continuellement entre les V, les équations

$$V + a V' \ldots\ldots + q V^{(n)},$$
$$V' + a V'' \ldots\ldots + q V^{(n+1)},$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

II.

Suppoſons que l'on ait un nombre $p + 1$ de va-

leurs obſervées de V, depuis $x = r$ juſqu'à $x = r + ps$, & que $n + 1$ ſoit le nombre des V renfermé dans chaque équation linéaire en V; n ſera le nombre des quantités indéterminées; a, b, c, q, & $p - n + 1$, celui des équations en V. Donc pourvu que $n = \frac{p+1}{2}$ ou $\frac{p+2}{2}$, ſelon que p eſt pair ou impair, on pourra ſatisfaire à toutes les valeurs de V, d'où il réſulte qu'une fonction en x, de n termes, pourra toujours ſatisfaire à $2n$ obſervations. Mais ſouvent une fonction d'un moindre nombre de termes ſatisfera, lors ſur-tout que les quantités V étant données par l'obſervation, ne le ſont point avec une exactitude rigoureuſe, puiſqu'il ſuffit alors que la valeur de la fonction ϕ ſatisfaſſe aux valeurs obſervées, à des quantités près du même ordre que l'erreur des obſervations, ou qu'elle ſatisfaſſe exactement aux valeurs de V, augmentées ou diminuées de l'erreur des obſervations.

Si la valeur de la fonction qui eſt exactement d'accord avec $p + 1$ obſervations, contient $\frac{p+1}{2}$ ou $\frac{p+2}{2}$ termes, comme alors, quelles qu'euſſent été les obſervations, une fonction de ce genre y eût ſatisfait, il n'y a aucune probabilité que les valeurs que d'autres obſervations doivent faire connoître, puiſſent être repréſentées par la même formule. Si on a au contraire, pour le même nombre d'obſervations, une fonction de n termes, il eſt clair qu'elle auroit ſatiſ-

fait néceſſairement à $2n$ obſervations, il y en a donc $p+1-2n$, qui ſe trouvent d'accord avec la valeur de ϕ, & qui auroient pu n'y pas être.

Regardons les valeurs poſſibles & inconnues de V, qui ſe trouvent convenir avec la formule, comme des boules blanches, & comme des boules noires, les valeurs de V qui différent de la formule, la probabilité qu'une obſervation quelconque conviendra avec la formule, ſera donc celle de tirer une boule blanche d'un ſac rempli de boules blanches & noires, où l'on ignore le rapport du nombre des unes à celui des autres ; mais d'où l'on a tiré $p+1-2n$ boules blanches ſans une noire, c'eſt-à-dire, qu'elle ſera $\frac{p+2-2n}{p+3-2n}$.

Mais ſi l'on cherchoit la probabilité que la même formule ſatisfait à m obſervations, on l'auroit égale à $\frac{p+2-2n}{p+2-2n+m}$, d'où l'on voit que dès que $m > p+2-2n$, la probabilité devient contraire. Suppoſons n égal à 1, c'eſt-à-dire, la loi exprimée par un ſeul terme, ce qui eſt la ſuppoſition la plus favorable à la probabilité, on aura $m = p$; c'eſt à-dire, que la probabilité ceſſe d'être favorable à l'uniformité de la loi pour un nombre d'obſervations égal à celui qui a confirmé cette loi : & s'il eſt queſtion de phénomènes qui durent perpétuellement, elle ceſſe d'être favorable pour un tems plus grand que celui pendant lequel ils ont été obſervés.

Si maintenant nous ſuppoſons qu'il y ait une ſuite

de m, phénomènes différens, tels que chacun ſe trouve ſuivre une certaine loi, & que cette loi ait été confirmée par p, p', p'', p''', &c, obſervations, la probabilité que cette loi ſera confirmée par une nouvelle obſervation dans chaque phénomène, ſera $\frac{p+p'+p''.....+1}{p+p'+p''.....+m+1}$, pour un phénomène iſolé, dont la loi ſeroit confirmée par p expériences, elle auroit été $\frac{p+1}{p+2}$. Comparons ces deux expreſſions pour connoître les différens cas où l'une de ces probabilités eſt plus grande que l'autre; nous aurons, pour le cas des phénomènes liés entr'eux, $p+1.(p+p'+p''.....+1.)+p+p'+p''+1$, & pour le cas du phénomène iſolé, $p+1(p+p'+p''....+1)+(p+1)m$; retranchant ce qui ſe détruit, il reſte pour les phénomènes liés, $p+p'+p''....+1$, & pour le phénomène iſolé, $(p+1)m$; c'eſt-à-dire, que pour avoir une plus grande probabilité à conſidérer les phénomènes liés, il faut que $p+p'+p''.....+1 > p+1.m$, ou $p < \frac{p'+p''+p'''.....}{m-1} - 1$; c'eſt-à-dire, que la ſomme des $m-1$, p', p'', p''', ſurpaſſe $m-1.p$ plus que $m-1$ unités.

Cette conſidération eſt néceſſaire pour montrer comment il arrive ſouvent, dans les ſciences naturelles, que l'on regarde comme certaines, des loix qui n'ont pu être confirmées que par un petit nombre d'obſervations. Lorſque des phénomènes du même genre, aſſujettis à des loix ſemblables, ont été ob-

ſervés un très-grand nombre de fois, & ſe ſont trouvés toujours d'accord avec ces loix ; l'eſprit lie enſemble toute cette claſſe de phénomènes, & ne juge plus d'après la probabilité que chacun en particulier eſt aſſujetti à des loix certaines, mais d'après la probabilité que le ſyſtême entier y eſt aſſujetti.

Un plus long détail ſur cet objet ſeroit ici ſuperflu.

III.

Examinons maintenant ce qui doit arriver de la formule $V + aV' + bV'' \ldots\ldots + qV^{(n)} = 0$, qui doit avoir lieu continuellement entre les quantités obſervées V, lorſque la fonction ϕ eſt compoſée d'un nombre n de termes.

1°. Si la valeur de ϕ ne contient qu'un ſeul terme, on aura $V + aV' = 0$, $V' + aV'' = 0$, $V'' + aV''' = 0$; d'où éliminant a on aura,

$$\left.\begin{aligned} V\,V'' - V'\,V' &= 0, \\ V'\,V''' - V''\,V'' &= 0. \end{aligned}\right\} \quad (A)$$

. . . . . .

Donc pour que ϕ puiſſe être repréſenté par un ſeul terme, il faudra que tous les termes (A) ſoient nuls, & le nombre des V étant $p + 1$, celui de ces conditions ſera $p - 1$.

2°. Si la loi doit avoir deux termes, on formera les ſuites de quantités :

I^e
$$\begin{aligned} V\,V'' - V'^2 &= A, \\ V'\,V''' - V''^2 &= A', \\ V''\,V^{IV} - V'''^2 &= A''. \end{aligned}$$

. . . . . .

IIe $V^{I}\,V^{II} - V^{II_2} = A_{I}$,
$V^{II}\,V^{III} - V^{III_2} = A_{I}'$,
. . . . . .

IIIe $V^{I}\,V^{II} - V^{III}\,V^{I} = A_{II}$,
$V^{II}\,V^{III} - V^{IV}\,V^{II} = A_{II}'$,
. . . . . .

& ainſi de ſuite ; de manière que $A^{q}_{q'}$ ſoit formé en mettant, 1°. dans la valeur de A, V^{q} pour V, V^{q+1} pour V', V^{q+2} pour V'' ; & enſuite dans les premiers produiſans V, & V', qui ſont devenus V^{q}, V^{q+1}, $V^{q+q'}$ au lieu de V^{q}, $V^{q+q'+1}$ au lieu de V^{q+1} ; & l'on aura les équations de condition

$$A\,A_{II}' - A'\,A_{II} = 0,$$
$$A'\,A_{II}'' - A''\,A_{II}' = 0,$$
$$A''\,A_{II}''' - A'''\,A_{II}'' = 0,$$
. . . . . .

pour que la loi puiſſe être exprimée par deux termes. Ces conditions ſeront au nombre de $p - 3$.

3°. Si ces équations ne peuvent avoir lieu, on formera les quantités $B = A\,A_{II}' - A'\,A_{II}$, $B' = A'\,A_{II}'' - A''\,A_{II}'$, & ainſi de ſuite ; de manière que $B^{q}_{q'}$ ſoit ce que devient B en y mettant d'abord, au lieu de A, A^{q} ; au lieu de A', A^{q+1} ; au lieu de A_{II}, A^{q}_{II} ; au lieu de A_{II}', A^{q+1}_{II} ; & enſuite au lieu des deux premiers, produiſans A_{I} & A' devenus A^{q} & A^{q+1}, $A^{q}_{q'}$ pour A^{q}, & $A^{q+1}_{q'}$ pour A^{q+1} ; & l'on aura, pour que la loi puiſſe être exprimée par trois termes $p - 5$, équations de condition, $B\,B_{III}' - B'\,B_{III} = 0$, $B'\,B_{III}' - B''\,B_{III}' = 0$. . . . .

En voilà assez pour montrer comment il faudroit chercher les quantités C, C', &c, & trouver les $p-7$ équations de condition, pour que la loi soit exprimée par 4 termes; en effet on formera C_q^q, en mettant dans $C = BB'_{III} - B'B_{III}$, $B_{q'}^q$ au lieu de B, $B_{q'}^{q+1}$ au lieu de B', B_{III}^q au lieu de B_{III}, & B_{III}^{q+1} au lieu de B'_{III}; & l'on formera la série de conditions $CC'_{IV} - C'C_{IV} = 0$, $C'C''_{IV} - C''C'_{IV} = 0$, &c.

On continuera la même opération, & il est aisé de voir qu'en général on aura $p+1-2n$ conditions, pour une loi formée de n termes, ce qui s'accorde avec ce qui a été dit ci-dessus.

IV.

Nous avons maintenant, pour déterminer e^{fs}, les conditions suivantes :

Si la loi n'a qu'un terme, $\frac{-V}{V'} e^{sf} + 1 = 0$.

Si elle en a deux, $\frac{-A}{A''} e^{2sf} - \frac{V''\left(\frac{-A}{A''}\right) + V}{V'} e^{sf} + 1 = 0$.

Si elle en a trois, $\frac{-B}{B_{III}} e^{3fs} - \frac{A_{III}\left(\frac{-B}{B_{III}}\right) + A}{A_{II}} e^{2sf} - \frac{V'''\left(\frac{-B}{B_{III}}\right) + \frac{V'\left[-A'''\left(\frac{-B}{B_{II}}\right) + A\right]}{A_{II}} + V}{V'} e^{sf} + 1 = 0$.

Et en général, si pour qu'une loi soit exprimée par

un nombre q de termes, on a les équations de conditions $PP'_q - P'P_q = 0$, $P'P''_q - P''P'_q = 0$, &c. Que les quantités qui ont formé les P, ſoient nommées N; celles qui ont formé les N, ſoient nommées M; celles qui ont formé les M, L; celles qui ont formé les L, K; celles qui ont formé les K, I; & on aura l'équation $p e^{sf.q} + n e^{sf.(q-1)} + m e^{sf(q-2)} + l e^{sf.q-3} + k e^{sf.q-4} + i e^{sf.q-5} \ldots\ldots + 1 = 0$; &;

$$p = -\frac{P}{P_q},$$

$$n = -\frac{N_q p + N}{N_{q-1}},$$

$$m = -\frac{(M_q p + M_{q-1} n + M)}{M_{q-2}},$$

$$l = -\frac{(L_q p + L_{q-1} n + L_{q-2} m + L)}{L_{q-3}},$$

$$k = -\frac{K^q p + K_{q-1} n + K_{q-2} m + K_{q-3} l + K}{K_{q-4}},$$

$$i = -\frac{I_q p + I_{q-1} n + I_{q-2} m + I_{q-3} l + I_{q-4} k + I}{I_{q-5}}.$$

La loi de cette formule eſt très-facile à ſaiſir.

V.

Cela poſé, il s'agira de réſoudre, par les méthodes d'approximation connues, l'équation en e^{sf}; & ſi on appelle ſes racines e^f, e^f, $e^{f'} \ldots\ldots m$, le nombre des racines e^f; m', le nombre des racines $e^{f'} \ldots$ $\ldots$ on aura,

$$\varphi = A x^{m-1} + B x^{m-2} \ldots\ldots e^{fx},$$
$$+ A' x^{m'-1} + B' x^{m'-2} \ldots\ldots e^{f'x},$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

le nombre des termes étant $m+m'+m''\ldots\ldots = n$; & on déterminera les coéfficients $AB\ldots\ldots$ $A'B'\ldots$ par la condition que lorſque $x=r, r+s, r+2s\ldots\ldots r+(n-1)s$. $\phi = V, V', V'', V'''\ldots\ldots V'^{n-1}$.

S'il n'y a que des racines réelles, il n'y aura aucune difficulté ; s'il y a des racines imaginaires, ſoit e^{fr} une de ces racines, & $e^{f'r}$ l'imaginaire correſpondante ; en ſorte que $m=m'$.

$$e^{fr}=G+H\sqrt{-1}.\quad e^{f'r}=G-H\sqrt{-1},$$
$$e^{fs}=g+h\sqrt{-1}\quad e^{f's}=g-h\sqrt{-1},$$
$$e^{2fs}=g'+h'\sqrt{-1}\quad e^{2f's}=g'-h'\sqrt{-1}.$$

Donc A ſera ſucceſſivement multiplié par $G+H\sqrt{-1}$, $G+H\sqrt{-1}\times g+h\sqrt{-1}$, $G+H\sqrt{-1}\times g'+h'\sqrt{-1}$, &c, ou $G+H\sqrt{-1}$ $Gg-Hh+(gH+hG)\sqrt{-1}$, $Gg'-Hh'+(hG+gH)\sqrt{-1}$, &c. Tandis que A' ſera multiplié ſucceſſivement par $G-H\sqrt{-1}$, $G-H\sqrt{-1}\times g-h\sqrt{-1}$, $G-H\sqrt{-1}\times g'-h'\sqrt{-1}$, &c, ou $G-H\sqrt{-1}$, $Gg-Hh-(hG+hG)\sqrt{-1}$, $Gg'-Hh'-(h'G+g'H\sqrt{-1}$, &c. $A+A'$ ſera donc ſucceſſivement $2G$, $2(Gg-Hh)$, $2(Gg'-Hh')$, & $A-A'$, $2H\sqrt{-1}$, $2.(Gh+Hg)\sqrt{-1}$, $2(Gh'+Hg')\sqrt{-1}$. &c.

Faiſant donc $A+A'=R$. $A-A'=R'\sqrt{-1}$, ce qui donne $A=\frac{R+R'\sqrt{-1}}{2}$, $A'=\frac{R-R'\sqrt{-1}}{2}$; on mettra cette partie de la valeur du ϕ ſous la forme $(Rx^{m-1}+Bx^{m-2}\ldots)e^{fx}+e^{f'x}, +\sqrt{-1}(R'x^{m-1}+$

$B' x^{m-2} \ldots\ldots) e^{fx} - e^{f'x}$; & par conſequent, comme par l'hypothèſe, $e^{fx} + e^{f'x}$ eſt réel, & que $e^{fx} - e^{f'x}$ eſt purement imaginaire; on pourra avoir les $R, B \ldots R', B' \ldots$ par des équations linéaires & toutes réelles.

La ſolution de l'équation en e^{sf} nous donne des valeurs de e^{sf}. Si donc on appelle $e^{sf} = G$, & $e^{f} = g$, on aura l'équation $g^s - G = 0$, ſi $e^{fr} = g$, on aura $g^{\frac{s}{r}} - G = 0$; ſi $e^{fx} = g$, $g^{\frac{s}{x}} - G = 0$. Donc la quantité g peut avoir pluſieurs valeurs pour une même valeur de G.

Suppoſons ici que r, s & x ſoient des nombres rationnels, ou même des nombres entiers, ce qui peut toujours ſe ſuppoſer lorſque les quantités x ſont données par des obſervations; on aura en général $g^s - G^x = 0$; & s valeurs de g répondant à chaque valeur de G. Mais ſi les valeurs de x ſont renfermées dans la formule $r + ns$, n étant un nombre entier poſitif ou négatif, la valeur de Φ n'aura réellement pas plus de termes que G n'a de valeurs; en effet ſoient e^{f_i}, $e^{f_{ii}}$, $e^{f_{iii}}$, &c, les valeurs de e^f, lorſque $e^{fs} - G = 0$. Au lieu d'un terme $A e^{fx}$, on aura une ſuite de termes $A_i e^{f_i x} + B_i e^{f_{ii} x} + C_i e^{f_{iii} x}$; mais par l'hypothèſe $x = r + ns$, donc ce terme deviendra $A_i e^{f_i r} e^{f_i ns} + B_i e^{f_{ii} r} e^{f_{ii} ns} + C_i e^{f_{iii} r} e^{f_{iii} ns}$, &c. Or comme en général $e^{f ns} = e^{f_{ii} ns} = e^{f_{iii} ns} \ldots\ldots$ ce terme ſe réduira à $A' e^{f_i r} + B_i e^{f_{ii} r} \ldots \ldots e^{f ns}$; & la fonction $A_i e^{f_i r} + B_i e^{f_{ii} r} \ldots\ldots$ demeurant toujours la même, peut être conſidérée comme une ſeule conſtante arbitraire.

On auroit trouvé le même réſultat par la ſeule obſervation, que ſelon les principes du Calcul Intégral aux différences finies ; les quantités A, B, C, &c, ne ſont point des quantités abſolument conſtantes : mais ſeulement des quantités qui ne varient point, lorſque x eſt augmenté d'une quantité s, $2s \ldots ns$.

Il réſulte de la remarque précédente que, ſuppoſons que l'on ait trouvé une valeur générale de ϕ qui convienne à p obſervation, & que l'on ſe propoſe de chercher ſi elle convient également à de nouvelles obſervations, il faudra examiner d'abord ſi ces nouvelles obſervations répondent à une valeur de x qui ſoit contenue dans la formule r, $r+s$, $r+2s \ldots$ $\ldots r+ns$, n étant un nombre entier poſitif ou négatif. Dans ce cas, il faut que la valeur de ϕ, telle qu'elle a été trouvée, donne pour ϕ une valeur égale à la valeur obſervée. Mais ſi au contraire la valeur de x ne ſe trouve pas renfermée dans cette ſuite, chaque coéfficient conſtant $A, B, \ldots$ pourra être ſuppoſé de la forme $A_{,} + B_{,} \frac{\text{ſin. } \Pi x}{s} + C_{,} \frac{\text{ſin. } 2\,\Pi x}{s} \ldots\ldots$

$$+ Q_{,} \frac{\text{ſin.} \frac{s-1}{2} \Pi x}{s} + B_{//} \frac{\text{cof. } \Pi x}{s} + C_{//} \frac{\text{cof. } 2\,\Pi x}{s}$$

$$+ Q_{//} \frac{\text{cof.} \frac{s-1}{2} \Pi x}{s}, \text{ ſi } s \text{ eſt impair ; ſi } s \text{ eſt pair,}$$

les deux ſéries s'arrêteront à $\frac{\text{ſin.} \frac{s}{2} \Pi x}{s}$, $\frac{\text{cof.} \frac{s}{2} \Pi x}{s}$, Π étant la circonférence du cercle, & comme ſi s eſt

pair, $\frac{\text{sin.}\frac{s}{2}\Pi x}{s} = \frac{\text{sin.}\,\Pi x}{2}$, eſt toujours zero tant que x eſt entier, ce terme diſparoît, & le nombre des termes eſt également s dans les deux cas ; & l'on aura en général $A_{,} + B_{,}\frac{\text{sin}\,\Pi r}{s} + C_{,}\frac{\text{sin.}\,2\,\Pi r}{s}$, &c, $+ B_{,,}\frac{\text{cos.}\,\Pi r}{s} + C_{,,}\frac{\text{cos.}\,2\,\Pi r}{s}$ &c, $= A$.

Soit maintenant $n + 1$ le nombre des V qui ſont entrés dans l'équation linéaire en V, V', &c ; réduiſant x, r & s au même dénominateur, ſoit t le numérateur de s ; le nombre des racines e^{fx} étant n, la quantité d'obſervations à laquelle la formule en ϕ peut ſatisfaire $(t - 1)n$.

Ainſi il faudra, lorſque l'on aura des obſervations pour une ſuite de valeurs de x, non contenues dans la ſérie $r, r + s \ldots\ldots r + ns$, déterminer d'abord les coéfficients indéterminés par la condition que la valeur de ϕ doit ſatisfaire à $(t - 1)n$. de ces obſervations ; & enſuite il faudra que la valeur de ϕ, ainſi déterminée, convienne au reſte des valeurs obſervées. Au reſte, il faut obſerver que les $(t - 1)n$ valeurs données par l'obſervation, doivent répondre à des valeurs de x, telles que la ſérie en x qui multiplie e^{fx}, & les autres ſéries de cette eſpèce ne ſe réduiſent pas à un moindre nombre de termes ; ou que dans les équations qui ſervent à déterminer les inconnues $A_{,}$ $B_{,}$ $C_{,}$ &c, pluſieurs de ces variables ne ſe réduiſent pas à une ſeule.

VI.

VI.

Si nous voulons maintenant employer la méthode précédente à déterminer la loi d'un phénomène ; ſoit x une quantité ſuppoſée connue dans chaque cas particulier, & ϕ une autre quantité dont il faille connoître la valeur en x pour avoir la loi du phénomène.

1°. On cherchera d'abord, par l'obſervation, les valeurs de ϕ corrépondantes à

$$x = r, r+s, r+2s, r+3s \ldots r+ps,$$

& j'appellerai ces valeurs de ϕ $\left\{ V, V', V'', V''' \ldots V^p ; \right.$

ſuppoſant toujours que r & s ſont des nombres entiers, ce qui ne limite en rien la queſtion : parce que je puis toujours prendre pour l'unité de la quantité x, telle valeur que je voudrai.

2°. On formera les quantités $A, A', A'' \ldots\ldots A^{(p-2)}$, art. III, ci-deſſus, juſqu'à ce qu'on trouve une de ces quantités qui ne ſoit ni zero, ni telle qu'on puiſſe la regarder comme nulle. Si toutes ſont zero, ou peuvent être regardées comme nulles, alors on aura $1 - \frac{V}{V'} e^{fs} = 0$, $e^{fs} = \frac{V'}{V}$; &

$$\phi = \frac{V'^{\frac{x}{s}}}{V} \times A_{,} + B_{,} \frac{\text{ſin. II } x}{s},$$

$$+ B_{,,} \frac{\text{coſ. II } x}{s} ;$$

$$+C_{,}\frac{\text{sin. } 2\,\Pi x}{s}+\ldots\ldots Q_{,}\frac{\text{sin.}\frac{s-1}{2}\Pi x}{s},$$

$$+C_{,,}\frac{\text{cos. } 2\,\Pi x}{s}\ldots\ldots\ldots Q_{,,}\frac{\text{cos.}\frac{s-1}{2}\Pi x}{s};$$

si s est impair : ce terme sera terminé par $\frac{\text{sin. } s\,\Pi x}{2}$, & $\frac{\text{cos. } s\,\Pi x}{2}$ si s est pair. Si x est toujours de la forme $r \pm ns$, le facteur de $\frac{V'^{\frac{x}{s}}}{V}$, se réduira évidemment à un seul terme ; si parmi les valeurs de x non compriſes dans la formule $r \pm ns$, il n'y en a moins de $s-1$, la formule y satisfera, il restera des coéfficients indéterminés ; & il n'y aura de nouvelles conditions, que lorsqu'il y aura plus de $s-1$ valeurs obſervées de φ, auxquelles il faudra que l'expreſſion de φ en x satisfasse.

3°. Si on a trouvé une valeur de A, A', A''... qui ne soit pas zero, on formera les valeurs B, B', B'' $\ldots\ldots B'^{n-4}$, jusqu'à ce qu'il s'en trouve une qui ne soit pas zero ; si toutes sont zero, alors j'aurai (art. IV) l'équation $be^{2fs}+ae^{fs}+1$,

$$b=-\frac{A}{A_{,,}},$$

$$a=-\frac{V''b+V}{V'}.$$

Tirant de cette équation les deux valeurs M & M' de e^{sf}, on aura $\varphi=$

$$M^{\frac{x}{s}} \times A_{,} + B_{,} \frac{\text{sin. } \Pi x}{s} + C_{,} \frac{\text{sin. } 2\,\Pi x}{s}, \text{ \&c.}$$
$$+ B_{,,} \frac{\text{cos. } \Pi x}{s} + C_{,,} \frac{\text{cos. } 2\,\Pi x}{s};$$
$$+ M'^{\frac{x}{s}} \times A_{,,} + B_{,,,} \frac{\text{sin. } \Pi x}{s} + C_{,,,} \frac{\text{sin. } 2\,\Pi x}{s}, \text{ \&c.}$$
$$+ B_{\text{IV}} \frac{\text{cos. } \Pi x}{s} + C_{\text{IV}} \frac{\text{cos. } 2\,\Pi x}{s}.$$

Les séries se réduisent chacune à un terme tant que $x = r \pm ns$, & la formule satisfera nécessairement à $(s - 1).2$, valeurs quelconques de φ, répondant à des valeurs de x prises hors de la série.

EXEMPLE.

Supposons que pour les valeurs de x,

	0	3	6	9	12	15	18;
on ait	— 1	— 1	+ 1	11	49	179	601,
$\varphi =$	V	V'	V''	V'''	V^{IV}	V^{V}	V^{VI}.

On formera la suite des $A, A' \ldots$ & comme ils ne sont pas zero, celle des $A_{,,}$, $A'_{,,}$, &c,

$$A = -\ 2$$
$$A' = -\ 12 \quad A_{,,} = 12,$$
$$A'' = -\ 72 \quad A'_{,,} = 72,$$
$$A''' = -\ 432 \quad A''_{,,} = 432;$$
$$A^{\text{IV}} = -2208 \quad A'''_{,,} = +\ 2208;$$

d'où l'on tirera celles des B,

$$B = 0,$$
$$B' = 0,$$
$$B'' = 0;$$

on aura donc $be^{2fs} + ae^{fs} + 1 = 0$, $b = -\frac{A}{A''} = \frac{1}{6}$, $a = -\frac{V''b + V}{V'} = -\frac{5}{6}$; & $e^{2fs} - 5e^{fs} + 6 = 0$, ou $e^{fs} = 3$, $e^{fs} = 2$. On aura donc $\phi = Ae^{\frac{fx}{s}} + Be^{\frac{fx}{s}}$; ſoit $x = 0$, $\phi = A + B = -1$; ſoit $x = 3$, $\phi = 3A + 2B = -1$. On aura donc $A = 1$, $B = -2$; & la valeur générale de ϕ, tirée de ces ſept obſervations, ſera $\phi = 3^{\frac{x}{s}} - 2.2^{\frac{x}{s}}$.

Suppoſons maintenant que nous ayons la ſuite d'obſervations ſuivantes pour x,

$x = 1 \quad 2 \quad 5 \quad 18,$
$V = 3 \quad -2 \quad +1 \quad +7;$

comme $r = 0$, nous aurons $A_{,} = A = 1$, $A_{,,} = B = -2$; & par conſéquent les quatre équations

$$(1 + B_{,} \text{ſin. } 120 + B_{,,} \text{cof. } 120)\, 3^{\frac{1}{3}} + (-2 + B_{,,,} \text{ſin. } 120 + B_{\text{IV}} \text{cof. } 120)\, 2^{\frac{1}{3}} = 3,$$

$$(1 + B_{,} \text{ſin. } 240 + B_{,,} \text{cof. } 240)\, 3^{\frac{2}{3}} + (-2 + B_{,,,} \text{ſin. } 240 + B_{\text{IV}} \text{cof. } 240)\, 2^{\frac{2}{3}} = -2,$$

$$(1 + B_{,} \text{ſin. } 240 + B_{,,} \text{cof. } 240)\, 3^{\frac{5}{3}} + (-2 + B_{,,,} \text{ſin. } 240 + B_{\text{IV}} \text{cof. } 240)\, 2^{\frac{5}{3}} = 1,$$

$$(1 + B_{,} \text{ſin. } 120 + B_{,,} \text{cof. } 120)\, 3^{\frac{10}{3}} + (-2 + B_{,,,} \text{ſin. } 240 + B_{\text{IV}} \text{cof. } 240)\, 2^{\frac{10}{3}} = 7;$$

nous pouvons regarder ici les fonctions

$$1 + B_{/} \text{ sin. } 120 + B_{//} \text{ cos. } 120 = D,$$
$$-2 + B_{///} \text{ sin. } 120 + B_{IV} \text{ cos. } 120 = D',$$
$$1 + B_{/} \text{ sin. } 240 + B_{//} \text{ cos. } 240 = D'',$$
$$-2 + B_{///} \text{ sin. } 240 + B_{IV} \text{ cos. } 240 = D''',$$

comme étant chacune une inconnue, nous aurons donc 1°. les deux équations $D3^{\frac{1}{3}} + D'2^{\frac{1}{3}} = 3$, $D3^{\frac{10}{3}} + D'2^{\frac{10}{3}} = 7$; d'où l'on tirera

$$D = \frac{3 \cdot 2^{\frac{10}{3}} - 7 \cdot 2^{\frac{1}{3}}}{2^{\frac{10}{3}} \cdot 3^{\frac{1}{3}} - 3^{\frac{10}{3}} \cdot 2^{\frac{1}{3}}},$$

$$D' = \frac{3 \cdot 3^{\frac{10}{3}} - 7 \cdot 3^{\frac{1}{3}}}{2^{\frac{1}{3}} 3^{\frac{10}{3}} - 2^{\frac{10}{3}} 3^{\frac{1}{3}}}.$$

2°. Par la même raiſon,

$$D'' = \frac{-2 \cdot 2^{\frac{5}{3}} - 1 \cdot 2^{\frac{2}{3}}}{2^{\frac{5}{3}} 3^{\frac{2}{3}} - 3^{\frac{5}{3}} 2^{\frac{2}{3}}},$$

$$D''' = \frac{-2 \cdot 3^{\frac{5}{3}} - 1 \cdot 3^{\frac{3}{3}}}{3^{\frac{5}{3}} 2^{\frac{2}{3}} - 2^{\frac{5}{3}} 3^{\frac{2}{3}}}.$$

La valeur de ϕ ſera donc en général, lors $x = 3n$, $\phi = 3^n - 2 \cdot 2^n$; lorſque $x = 3n + 1$, $\phi = D3^{n+\frac{1}{3}} + D'2^{n+\frac{1}{3}}$; lorſque $x = 3n + 2$, $\phi = D''2^{n+\frac{2}{3}} + D'''2^{3n+\frac{2}{3}}$; & il faudra que toutes les nouvelles obſervations ſoient d'accord avec ces formules.

3°. Si les fonctions B ne ſont pas toutes zero, on formera les fonctions,

$$C = B B'_{III} - B' B_{III},$$
$$C' = B' B''_{III} - B'' B'_{III};$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots$$

juſqu'à C'^{p-6}. Si toutes ſont zero, on aura $ce^{3sf} + be^{2sf} + ae^{sf} + 1 = 0$,

$$c = -\frac{B}{B_I},$$
$$b = -\frac{A_{III}\, c + A}{A_{II}},$$
$$a = -\frac{(V''' c + V'' b + V)}{V'};$$

& le reſte comme ci-deſſus. Si tous les C ne ſont pas zero, on formera des fonctions D, & ainſi de ſuite.

VII.

J'ai conſidéré juſqu'ici la formule $\phi = Ax^{m-1} + Bx^{m-2} \ldots\ldots e^{fx} + A'x^{m'-1} + B'x^{m'-2} \ldots\ldots e^{f'x} \ldots\ldots = 0$, en ſuppoſant les racines quelconques.

Suppoſons maintenant que l'on veuille avoir cette formule en ſinus & coſinus, ce qui ne fait aucun autre changement que de ſuppoſer toutes les racines e^{sf}, de la forme e^{FV-1}, avec une racine correſpondante e^{-FV-1}; l'équation en $e^{sf} = y$ aura donc également pour racines $y - G$, $y - \frac{1}{G}$, & par conſéquent les facteurs du ſecond degré de la forme $y^2 + G'y + 1$.

En général, l'équation en y ſera donc de la forme $y^n + ny^{n-1} + my^{n-2} + \ldots\ldots + my^2 + ny + 1$, nous aurons donc $V + aV' + bV'' \ldots\ldots$

$bV''^{n-2} + aV'''^{n-1} + V'''^{n} = 0$, $(V + V'''^{n}) + (V' + V'''^{n-1})\,a + (V'' + V'''^{n-2})\,b \ldots\ldots = 0$; faiſant donc pour cette formule les mêmes raiſonnements que ci-deſſus, nous aurons, pour que l'équation ne ſoit que du ſecond degré, les équations

$$(V + V'')V'' - (V' + V''')V' = 0,$$
$$(V' + V''')V''' - (V'' + V^{IV})V'' = 0;$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

ſi l'équation eſt du quatrième degré, à cauſe de $V + V^{IV} + a(V' + V''') + bV'' = 0$, $V' + V^{V} + a(V'' + V^{IV}) + bV''' = 0$, &c, nous formerons les ſéries des termes

$$(V + V^{IV}).V''' - (V' + V^{V}).V'' = A,$$
$$(V' + V^{V}).V^{IV} - (V'' + V^{VI}).V''' = A';$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$
$$(V' + V''').V''' - (V'' + V^{IV}).V'' = A_{,},$$
$$(V'' + V^{IV}).V^{IV} - (V''' + V^{V}).V''' = A'_{,};$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

& nous aurons les équations de condition en $A \ldots\ldots$ comme dans l'art. III.

Si l'équation eſt du ſixième degré, nous formerons la ſérie des A,

$$(V + V^{VI})V^{IV} - (V' + V^{VII})V''' = A,$$
$$(V' + V^{VII})V^{V} - (V'' + V^{VIII})V^{IV} = A';$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

la ſérie des $A_{,}$,

$$(V' + V^{V}).V^{IV} - (V'' + V^{VI}).V''' = A_{,},$$
$$(V'' + V^{VI}).V^{V} - (V''' + V^{VII}).V^{IV} = A_{,,};$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

celle des A_{III},

$$(V^{II} + V^{IV}).V^{IV} - (V^{III} + V^{V}).V^{III} = A_{III};$$
$$(V^{III} + V^{V}).V^{V} - (V^{IV} + V^{VI}).V^{IV} = A'_{III};$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

L'on formera les B & les C comme ci-deſſus, & l'on aura les conditions en C.

Il ſera très-facile de continuer ces formules; toute la différence ſe borne à trouver les ſéries en A.... or il eſt clair, en conſidérant les termes précédents, que pour degré $2n$, la valeur de A ſera $(V + V^{2n})\,V^{n+1} - (V^{I} + V^{n2+1}).V^{n}$; celle de A^{p}_{q}, en augmentant de p unités, le nombre qui déſigne le rang des V dans toute la valeur de A, & en mettant en ſuite au lieu de $V + V^{2n}$, & $V^{I} + V^{2n+1}$, devenus $V^{p} + V^{2n+p}$, & $V^{p+1} + V^{2n+p+1}$, $V^{p+q-1} + V^{2n+p-q+1}$, & $V^{p+q} + V^{2n+p-q+2}$.

Soient maintenant conſervées les mêmes dénominations que dans l'art. V, nous aurons également $e^{2nsf} + 1 . + a . e^{nsf} . + p\,(e^{n+1sf} + e^{n-1sf}) + n(e^{n+2sf} + e^{n-2.sf}) + m\,(e^{(n+3)sf} + e^{(n-3)sf})\ldots$ & les p, n, m..... ſeront donnés en P, N, M..... comme ci-deſſus, juſqu'à $a = -\dfrac{(V^{n+1} + V^{n-1})\,p + (V^{n+2} + V^{n-2})\,n \ldots + V^{2n} + V^{I}}{V^{n}}$.

VIII.

Comme ſouvent on pourroit préférer une méthode de conſtruction par les lignes, à une méthode qui exige des calculs, & que, malgré la forme technique donnée aux opérations de la méthode pré-

cédente, elle pourroit encore être regardée comme trop compliquée, j'ai cru devoir propoſer ici la méthode ſuivante ; ſoit une ſuite de termes

$$x = r,\ r+s,\ r+2s,\ r+3s,\ r+4s \ldots .$$

& les valeurs $V\quad V'\quad V''\quad V'''\quad V^{\text{IV}}\quad \ldots .$

données par l'obſervation.

PROBLEME I.

Trouver 1°. *ſi la valeur générale de* ϕ *peut être exprimée par un ſeul terme de la forme déterminée au commencement de ce Mémoire ?*

2°. *Quelle eſt la valeur de* ϕ *?*

1°. Soient ſur la ligne AC, (Fig. X, Pl. 5) priſes les deux quantités $AB = V$, $AC = V'$, & menées les parallèles indéfinies BB^{IV}, CC^{IV} ; ſoient menées enſuite les lignes $AB' = V'$, $AB_{//} = V''$, $AB_{///} = V'''$, &c, & que ces lignes ſoient prolongées, juſqu'à ce qu'elles coupent la ligne CC^{IV} en C', C'', C''' .... décrivons enſuite du point A & des raïons AC, AC' AC'' .... des arcs de cercle, ils couperont la ligne BB^{IV} aux points B', B'', B''' ..... toutes les fois que la loi pourra être exprimée par un ſeul terme.

2°. Pour avoir la valeur de ϕ, ſoit pris $AC = 1$, $AC' = V$, $AB' = V'$, $AB = \frac{V'}{V}$, & $\phi = A(AB)^{\frac{x}{s}}$; mais ſi $x = r$, $\phi = V = A(-AB)^{\frac{r}{s}}$. Donc $A = \frac{V}{(-AB)^{\frac{r}{s}}}$. Soit donc $x = r + ns$, $\phi = V.(-AB)^n$; n étant (art. IV) un nombre entier.

REMARQUE.

La différence de ſigne ne doit faire aucune difficulté dans la première partie du Problême. On voit qu'il faut que tous les VV', $V'V''$, $V''V'''$ ..... ſoient toujours ou tous deux du même ſigne, ou tous deux de ſignes différents ; toutes les fois que cela a lieu, on peut au commencement regarder les termes comme étant tous un nombre poſitif.

Quant à ſa ſeconde partie, ſi V & V' ſont de même ſigne, AB eſt poſitif & $-AB$ négatif ; ſinon AB eſt négatif & $-AB$ poſitif.

PROBLEME II.

Trouver ſi la loi peut être exprimée par deux termes ; & dans ce cas, trouver en lignes les coéfficients de l'équation en e^sf ?

Soit (Fig. X) $AC=1$, $CC'=V'$. $Ab=V'$, $CC''=V''$. $AB=V$, on aura $BB''-bb'=A$, on formera les quantités $A_{//}$, $A_{///}$, A_{IV} ..... par des conſtructions ſemblables en faiſant ſucceſſivement $AB=V''$, V''', V^{IV} ; $Ab=V'''$, V^{IV} ; formant enſuite des ſéries de A', $A_{//}'$, $A_{///}'$ ..... de A'', $A_{//}''$, $A_{///}''$, &c, en faiſant, dans des ſuites de conſtructions ſemblables à la première, ſucceſſivement CC', $Ab=V''$, V''' ... $CC'=V'''$, V^{IV} ... $AB=V'$, $V_{//}''$. Cela poſé, ſoit fait $AB=A$, $AB'=A'$, $AB''=A''$, $AC=A_{//}$; & ſoient prolongés les AB', AB'', &c, juſqu'à la ligne CC^{IV}, il faudra que $AC'=A_{//}'$, $AC''=A_{//}''$, & ainſi de ſuite.

2°. La valeur du coéfficient de e^{2fs} étant $-\frac{A}{A_{II}} = a$, & celle de e^{sf} étant $-\frac{V''a}{V'} - \frac{V}{V'}$, on n'aura aucune difficulté à les conſtruire.

Remarque.

Il n'y aura aucune difficulté pour les ſignes des quantités A d'après ce qui a été dit ci-deſſus.

Quant à la recherche de ces quantités, ſi bb' & BB'', au lieu d'être de même ſigne, ſont de ſignes différents, il faudra prendre leur ſomme au lieu de leur différence; c'eſt-à-dire, qu'au lieu que bb' & BB'' ſoient du même coté de AC, elles ſe trouveront de deux côtés oppoſés.

IIe Cas.

Les valeurs de x ne ſont plus ſuppoſées en progreſſion arithmétique.

Suppoſons que nous ayons des valeurs de Φ pour les valeurs de $x, r, r', r'', r''' \ldots\ldots$ & que toutes les valeurs ſoient repréſentées par des nombres entiers; ſuppoſons même que x ſoit égal ſucceſſivement à r_{III}, $r_{II}, r_I, r, r', r'', r''' \ldots$ & que la ſuite des $r_I, r_{II}, r_{III} \ldots$ repréſente les valeurs négatives, les $r, r', r'', r''' \ldots$ les valeurs poſitives, que $r < r' < r'' < r''' \ldots\ldots$ $r' < r_{II} < r_{III} \ldots$ en faiſant abſtraction des ſignes, il eſt clair que toutes ces ſuppoſitions ne nuiſent pas à la généralité de la queſtion. Cela poſé, ſi les différences de deux termes ſucceſſifs dans la ſérie ci-deſſus, n'ont pas de diviſeur commun, on pourra regarder x comme un terme d'une ſérie à laquelle répondent les

valeurs de ϕ, comme dans la formule ſuivante, où chaque valeur de ϕ eſt au-deſſous de la valeur de x qui y répond,

$$r-n_{,}-m_{,}\ldots r-n_{,}-1\ .\ r-n_{,}\ .\ r-2\ r-1\ r\ .\ r+1$$
$$V_{,,n'+m'}\ldots\ldots V_{,,n'+1}\quad V_{,,n}\quad V_{,,}\quad V_{,}\quad V\quad V'$$
$$\ldots\ldots r+n,\ r+n+1\ldots\ldots r+n+m;$$
$$\ldots\ldots V^{n}\quad V^{n+1}\ldots\ldots V^{n+m'};$$

mais où l'on connoît ſeulement les valeurs de V, de V^{n}, de $V^{,,n+m}$, de $V_{,,n'}$, de $V_{n'+m}\ldots\ldots$ Suppoſons donc toujours à ϕ la même forme & les mêmes équations en V,

$$V+aV'+bV''+cV'''\ldots=0,$$
$$V'+aV''+bV'''+cV^{IV}\ldots=0,$$
$$V''+aV'''+bV^{IV}+cV^{V}\ldots=0.$$

Il faut non-ſeulement pour avoir l'équation de condition en V, faire diſparoître les a, b, c, &c; mais auſſi les $V'\ V''\ldots\ldots$ qui ſont inconnues, & ne laiſſer que les V^{n}, $V^{m+n}\ldots\ldots\ldots$ qui ſont donnés par l'obſervation.

Suppoſons donc que la loi ne doit avoir qu'un terme, alors on aura

$$V+aV'=0,$$
$$V'+aV''=0,$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots$$
$$V^{,,n-1}+aV^{n}=0;$$

d'où en général $V\pm a^{n}V^{,,n}=0$, où le premier ſigne a lieu ſi n eſt impair, & le ſecond ſi n eſt pair; on aura donc, par la même raiſon, $V^{,,,m}\pm a^{n}V^{,n+n}=0$.

L'on aura donc $V(V^{n+m})^{\frac{n}{m}} \mp (V^n)^{1+\frac{n}{m}}$, ou $(V)^m(V'''^{m+n})^n \mp (V^n)^{m+n}$, où le premier ſigne a lieu, ſi n & m ſont tous deux pairs ou impairs ; & le ſecond, ſi l'un eſt pair & l'autre impair. Ainſi l'on aura facilement en V toutes les équations de condition.

Si la loi doit avoir deux termes, alors on aura

$$V + aV' + bV'' = 0,$$
$$V' + aV'' + bV''' = 0,$$
$$V'' + aV''' + bV^{IV} = 0.$$

On en tirera donc une équation de la forme $V + AV^n + BV^{n+1}$, & comme par la même raiſon, on a une équation linéaire en $V^n . V^{n+1} . V^{n+2}$, en $V^n . V^{n+2} V^{n+3}$, V^n, $V^{n+3} V^{n+4}$; on éliminera ſucceſſivement V^{n+1}, V^{n+2}, V^{n+3} . . . . . & l'on aura une équation linéaire en V, V^n, V^{n+m}, qui contiendra a & b. Si donc le nombre des valeurs obſervées de V eſt $p+1$, on aura $p-1$ équations ſemblables, & éliminant a & b, $p-3$ équation de condition entre les V.

On trouvera de même, pour que la loi ſoit exprimée par trois termes, une équation entre V, V^n, V^{n+m}, V^{n+m+q}, $p-2$ équations ſemblables, & $p-5$ équations de condition.

Mais il y a ici une différence eſſentielle à obſerver, entre ce cas & celui que nous avons traité plus haut ; les équations en a, b, &c, n'étant plus linéaires, il y a des cas où pluſieurs des coéfficients en V des équations en a ou b étant nuls à la fois, ces quantités

a ou b ont plusieurs valeurs, de manière que l'équation en e^{sf}, qui est de la forme $1+ae^{sf}+be^{2sf}$, &c, représente autant d'équations semblables que ces quantités a ou b ont de valeurs ; ce ne sera donc pas seulement le nombre des V, mais le nombre des racines de cette équation en e^{sf} qui décidera véritablement du nombre des termes de la loi.

La voie que donne cette Méthode pour parvenir à trouver la valeur de ϕ, demanderoit, comme on le voit, des calculs très-longs ; d'ailleurs comme ce n'est plus ici une hypothèse particulière comme celle des observations en progression arithmétique, mais une hypothèse générale, on ne peut donner de formes techniques.

Il faut donc avoir recours à d'autres moyens.

D'abord combinant deux à deux les observations, & supposant que l'on ait, par exemple, $V+aV^{n}=0$, $V+aV^{n+m}=0$, $V^{n}+aV^{n+m}=0$, & $e^{sf}=\frac{V^{n}}{V}$, ou bien $e^{sf}=\frac{V^{n+m}}{V^{n}}$, $e^{sf}=\frac{V^{n+m}}{V}$, on aura à cause du coéfficient en x qu'il faut donner à e^{sfx}, une valeur de ϕ qui répondra nécessairement à n, à m, ou à $m+n$, valeurs de V observées. Ainsi pourvu que l'on combine deux observations V^{n}, V^{m+n} assez éloignées pour que m soit aussi grand que le nombre des observations, on pourra supposer ϕ de cette forme, sans qu'il y ait d'équations de condition, ni par conséquent de probabilité que la valeur hypothétique de ϕ soit la vraie valeur. Soit donc $p+1$ le nombre des termes, la probabilité qu'une nouvelle expérience soit com-

prise dans la formule de ϕ sera $\frac{p+2-m}{p+3-m}$.

Si lorsqu'on a choisi deux termes V^n, V^{n+m} pour faire $e^{sf} = \frac{V^{n'+m}}{V^m}$, il y a d'autres termes tels que $V^{n \pm qm}$, q étant un nombre entier positif; il est clair que pour ce terme, la valeur de $\phi = Ae^{\frac{fs}{s}}$ sera réduite à un terme. Mais ce cas est celui où l'on a une partie des termes en progression arithmétique ; & alors il faut procéder comme dans l'article du cas précédent. Dans ce cas, soit m la différence, q le nombre des termes de la progression arithmétique, $p+1$ le nombre total des termes, la probabilité sera $\frac{p-2q-m+2}{p-2q-m+3}$; ainsi pour qu'il y ait quelque probabilité, il faut que les $p+1$ observations soient en plus grand nombre que $2q+m$.

Il n'est pas nécessaire que les observations soient en progression arithmétique pour que la méthode développée ci-dessus, puisse leur être appliquée; en effet le principe sur lequel elle est fondée, c'est qu'on puisse avoir une suite d'équations linéaires en $a, b \ldots . q$, Ces quantités étant les coéfficients de l'équation en $e^{sf} \ldots .$ dont chaque racine doit fournir un terme de la valeur de ϕ.

Soit donc une suite d'observations

$$\begin{array}{llll} V^m & V^{m+m'} & V^{m+m''} & V^{m+m'''} \ldots \\ V^{m_1} & V^{m_1+m'} & V^{m_1+m''} & V^{m_1+m'''} \ldots \\ V^{m_{11}} & V^{m_{11}+m'} & V^{m_{11}+m''} & V^{m_{11}+m'''} \ldots \\ V^{m_{111}} & V^{m_{111}+m'} & V^{m_{111}+m''} & V^{m_{111}+m'''} \ldots \end{array}$$

ainſi de ſuite; l'on aura également

$$0 = V^m + aV^{m+m'} + bV^{m+m''} + cV^{m+m'''};$$
$$0 = V^{m_1} + aV^{m_1+m'} + bV^{m_1+m''} + cV^{m_1+m'''};$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

ou $V^m + a'V^{m'} + b'V^{m''} + c'V^{m'''}$,
$V^{m+m'} + a'V^{m'+m_1} + b'V^{m'+m_{11}} + c'V^{m'+m_{111}}$;
$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$

en effet, en faiſant $V^m = Ae^{fx}$, $V^{m_1} = A'e^{fx}$, &c; toutes les équations de la première ſuite donneront l'équation $1 + ae^{m'sf} + be^{m''sf} + ce^{m'''sf} \ldots\ldots$ & en faiſant $V^m = Ae^{fx}$, $V^{m_1} = Ae^{fx}$ ... toutes celles de la ſeconde donneront également $1 + a'e^{sf.m_1 - m} + b'e^{sf.m_{11} - m} + c'e^{sf.m_{111} - m} \ldots\ldots = 0$.

La loi générale des obſervations eſt ici facile à ſaiſir. Soient en effet deux ſuites de termes quelconques $V^m V^{m+m'} V^{m+m''} V^{m+m'''} \ldots\ldots V^m V^{m_1} V^{m_{11}} V^{m_{111}}$; il faut que trois de ces termes étant pris deux dans une ſérie, & un dans l'autre, la valeur de ϕ qui répond à un expoſant égal à une quatrième proportionnelle aux expoſants de ces trois termes, ſoit connue par l'obſervation.

IIIe CAS.

ϕ eſt toujours ſuppoſé fonction de x, mais la fonction n'eſt plus compoſée de puiſſances de x & d'exponentielles ſimples.

Quelle que ſoit la forme de la fonction de x qui eſt égale à ϕ; ou même quelle que ſoit l'équation entre ϕ & x, pourvu que cette forme ſoit telle qu'on puiſſe, par des différentiations ſucceſſives aux différences finies, faire

faire évanouir x & les tranſcendantes, en ſorte que x & les coéfficients des fonctions de x & de ϕ puiſſent être éliminés, on pourra appliquer la méthode précédente à rechercher la forme de l'équation en ϕ & x; ainſi toutes les fois que la valeur de ϕ pourra être exprimée en termes finis par une équation aux différences finies qui ſoit intégrable, la méthode précédente pourra ſervir à découvrir la loi des phénomènes.

Le nombre des obſervations étant toujours $p+1$, ſuppoſons ici que l'équation en ϕ & ſesdifférences ſoient du ſecond degré; ſi elle contient ϕ & $\phi+\Delta\phi$, le nombre des coéfficients indéterminés ſera, comme l'on ſait, de 5; ſi elle contient de plus $\phi+2\Delta\phi+\Delta^2\phi$, il ſera de neuf; de quatorze, ſi elle contient $\phi+3\Delta\phi+3\Delta^2\phi+\Delta^3\phi$, & en général, ſi elle contient n, ϕ conſécutifs de $\frac{n+1\,.\,n+2}{2}-1$, il n'y aura que $n-1$ conſtantes arbitraires dont chacune pour toute la ſuite des x, ſe réduira à un ſeul terme. Le nombre total des indéterminées ſera donc $\frac{n+1\,.\,n+2}{2}+n-2$. Ainſi on pourra toujours ſatisfaire aux $p+1$ obſervations, pourvu que $\frac{n+1\,.\,n+2}{2}+n-2-p-1$ ſoit un nombre poſitif.

Si donc n eſt le nombre des V contenus dans l'équation, le rapport de probabilité ſera

$$\frac{p-\frac{n+1\,.\,n+2}{2}-n+4}{p-\frac{n+1\,.\,n+2}{2}-n+5};$$

appellant n' le nombre de

termes qu'il auroit fallu prendre, en ſuppoſant l'équation linéaire, on auroit eu la probabilité $\frac{p-2n'+2}{p-n'+3}$. Ainſi pour qu'il y ait de l'avantage à choiſir une équation du ſecond degré, il faut que $\frac{p-\frac{n+1.n+2}{2}-n+4}{p-\frac{n+1.n+2}{2}-n+5} >$ $\frac{p-2n'+2}{p-2n'+3}$, $\frac{n+1.n+2}{2}+n-2<2n'$. Suppoſons maintenant que l'équation ſoit du troiſième degré, le nombre des coéfficients indéterminés ſera toujours le nombre des termes qui entre dans l'équation étant $n.\frac{n+1.n+2.n+3}{2.3}+n-2$; il eſt clair qu'on ſatisfera toujours à l'équation, en prenant $\frac{n+1.n+2.n+3}{2.3}+n-2>p+1$; & en continuant le même raiſonnement, il faudra, pour que la nouvelle hypothèſe donne une loi plus probable, que les loix précédentes, ſi n'', n' déſignent le nombre des termes qui entrent dans l'équation linéaire, & dans celle du ſecond degré, il faudra, dis-je, que $\frac{n+1.n+2.n-3}{2.3}+n-2<\frac{n'+1.n'+2.}{2}+n'-2<2n''$, & ainſi de ſuite. Soit enfin m en général le degré de l'équation; ſi on n'employe que deux termes, alors le nombre des coéfficients indéterminés ſera $\frac{m+1.m+2}{2}-1$. Donc ſi $\frac{m+1.m+2}{2}-1>p$, la loi repréſentera toujours les $p+1$ obſervations. D'où

l'on voit que, ſoit pour le nombre des ϕ qui entrent dans l'expreſſion de la loi, ſoit pour le degré de l'équation entre les termes, le nombre des formules à éprouver eſt néceſſairement fini & déterminé dès que le nombre $p+1$ des obſervations eſt fini & donné.

Ainſi on trouvera par ce moyen les équations les plus ſimples en ϕ, & ſes différences finies qui puiſſent repréſenter la loi d'un phénomène obſervé.

Cette expreſſion de la loi des phénomènes, par une équation en un certain nombre de ϕ, eſt auſſi commode pour faire des tables, que ſi l'on avoit l'expreſſion de ϕ en x, & les deux expreſſions dépendent d'un même nombre de valeurs obſervées.

On peut également en tirer une valeur des ϕ pour les termes intermédiaires, & l'on trouvera encore qu'elle dépendra d'un même nombre de termes.

Si cependant on cherche la valeur de ϕ en x; comme on n'a point de méthode générale de réſoudre toutes ces équations; puiſque pluſieurs ne ſont pas ſuſceptibles d'intégrales finies, qu'il n'y a point de moyen de les diſtinguer des autres, & qu'ainſi une méthode qui ſeroit générale pour les trouver dans le cas où elles ſont poſſibles en termes finis, ne donneroit qu'en ſéries celles qui n'en ſont pas ſuſceptibles : au lieu de chercher les formes d'équations aux différences finies, les plus ſimples qui puiſſent repréſenter la loi des quantités obſervées, il ſera plus commode de chercher les formes d'intégrales finies les plus ſimples.

Nous n'entrerons pas ici dans le détail de celles qui peuvent convenir à tous les ordres ; il ſuffit de

ſavoir que m étant un nombre poſitif qui déſigne l'ordre de l'équation, & par conſéquent le nombre des arbitraires, & n le nombre des coéfficients indéterminés de la formule intégrale, il faut que $m+n > p+1$ pour avoir quelque probabilité.

Il ſera facile d'après cela, & les principes établis dans les Mémoires de l'Académie, année 1770, de claſſer toutes les formules qu'il faudra eſſayer pour trouver la loi la plus ſimple; mais comme nous nous ſommes propoſés de donner une méthode élémentaire, & immédiatement applicable à des obſervations données, il faudroit des détails trop étendus pour y rappeller ces nouvelles recherches.

IVe CAS.

Φ eſt fonction de x & de y. On a un nombre p de valeurs de Φ obſervées, que l'on appelle

$$V \quad V' \quad V_{,} \quad V'' \quad V'_{,} \quad V_{,,}$$
$$r\,r' \quad r+s.r' \quad r.r'+s' \quad r+2s.r' \quad r+s.r'+s' \quad r+r'+2;$$
$$V''' \quad V'_{,} \quad V''_{,} \quad V_{,,,}$$
$$r+3s,r' \quad r+2s.r'+s' \quad r+s.r'+2s' \quad r.r'+3s' \quad \&c,$$

répondantes aux valeurs de x, r, $r+s$, $r+2s$ . . . & aux valeurs de y, $r'+s'$, $r''+s''$, &c.

I. Nous chercherons, comme ci-deſſus, ſi l'on peut avoir la ſérie d'équations

$$V + aV' + bV_{,},$$
$$V' + aV'' + bV'_{,},$$
$$V_{,} + aV'_{,} + bV_{,,};$$

ce qui donnera la fonction de V, V', $V_{,}$, V'', $V'_{,}$, $V_{,,}$, qui devra être 0, & autant de fonctions ſemblables en

mettant ſucceſſivement au lieu de V; $V_{,}$, $V_{,}$, V'', $V''_{,}$, V', &c, & ſemblablement pour les autres V; ſi ces conditions n'ont pas lieu, on cherchera pour les ſuites d'équations

$$V + aV' + bV_{,} + cV'' + eV'_{,} + gV'' = 0,$$
$$V' + aV'' + bV'_{,} + cV''' + eV'_{,,} + gV'_{,} = 0,$$
$$V_{,} + aV'_{,} + bV_{,,} + cV'_{,} + eV_{,,} + gV''' = 0,$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$

les équations de condition, & ainſi de ſuite.

II. Lorſque l'on aura toutes ces équations de conditions égales à zero, ce qui arrive toujours à un certain point, on aura la valeur de a, b, c, e, f, g, &c, on fera $+a(\phi+\Delta\phi)+b(\phi+\Delta'\phi)+c(\phi+\Delta\Delta\phi)+e(\phi+\Delta\Delta'\phi)+g(\phi+\Delta'\Delta'\phi)=0$, où les Δ marquent les différences de ϕ par rapport à x, & Δ' les différences par rapport à y; & faiſant $\phi = Ae^{fx+f'y}$ .... on aura A arbitraire, & l'équation $1 + ae^{f} + be^{f s'} + ce^{2fs} + ee^{fs+fs'} + ge^{2fs'}$ .... &c. Suppoſons donc que les valeurs $e^{f s'}$ en e^{fs} ſoient appellées Y, Y', Y''.... on aura $\phi = e^{\frac{fx}{s}}\left(AY^{\frac{y}{s'}} + BY'^{\frac{y}{s'}} + CY''^{\frac{y}{s'}}, \text{&c}\right)$, plus une infinité de termes ſemblables répondants à toutes les valeurs poſſibles de e^{fs}. Pour déterminer ces fonctions, ſuppoſons que $y=0$, nous aurons $\phi = A'e^{\frac{fx}{s}} + A''e^{\frac{fx}{s}}$, &c. Recherchant donc la valeur de ϕ par les obſervations répondantes à $x=r$, $x=r+s$, $x=r+2s$..... on trouvera les valeurs de e^{fx}, e^{fx}, e^{fx}, &c; d'où l'on tirera le nombre des termes qui doivent entrer dans

la valeur de ϕ en x & y, & il ne reſtera que les coéfficients conſtans à déterminer.

Les bornes que nous nous ſommes preſcrites dans ce Mémoire, ne nous permettent pas d'entrer dans de plus longues recherches ſur cet objet, il ſuffit d'avoir donné les principes d'après leſquels on peut donner par le cas de ϕ fonction, de x & de y, une méthode technique, comme celle qui a été expoſée ci-deſſus pour le premier cas.

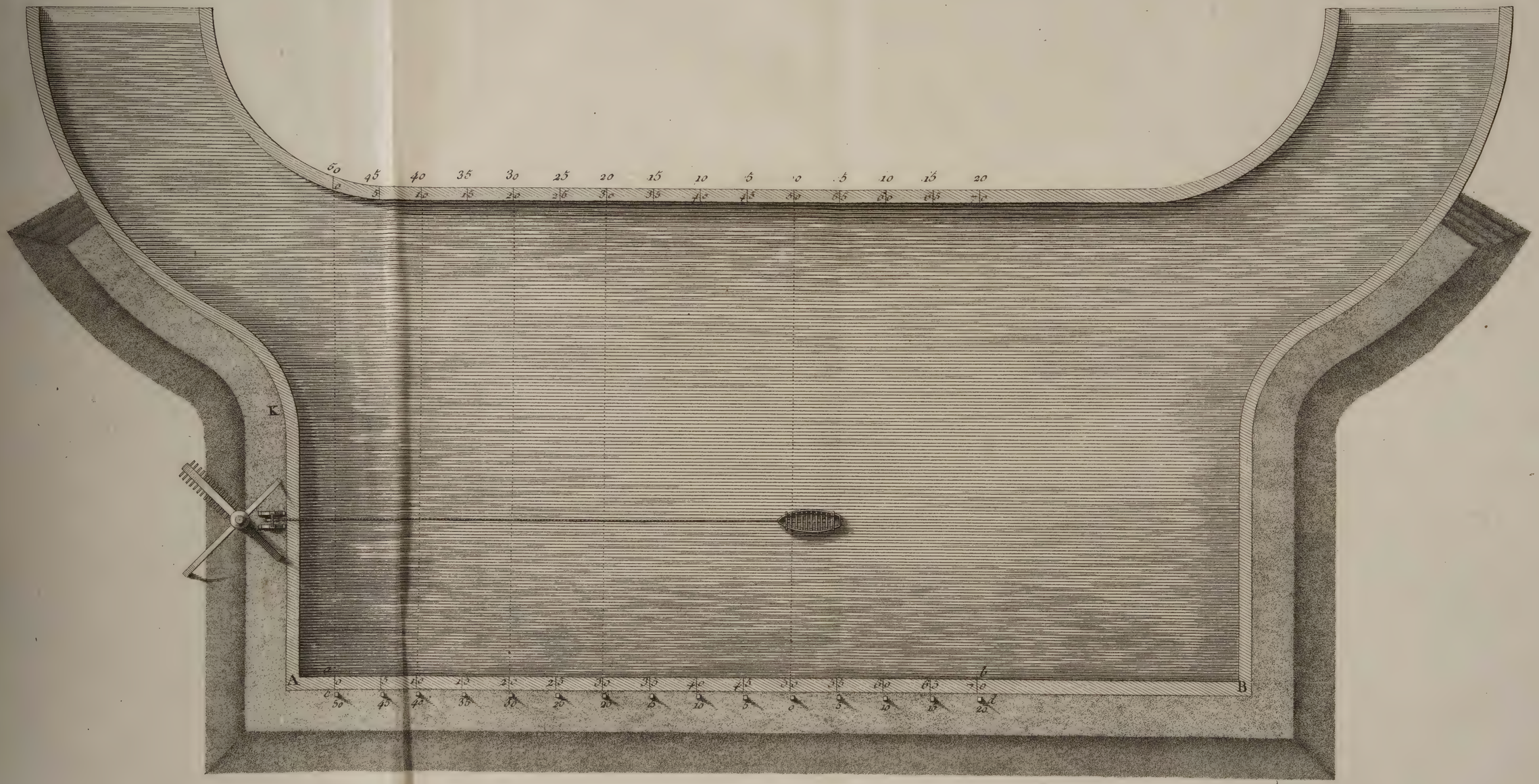
FIN.

EXTRAIT des Regiſtres de l'Académie Royale des Sciences.

Du 12 Février 1777.

MESSIEURS DE MONTIGNY & VANDERMONDE, qui avoient été nommés pour examiner un Ouvrage intitulé : *Nouvelles Expériences ſur la Réſiſtance des Fluides*, par MM. D'ALEMBERT, le Marquis DE CONDORCET & l'Abbé BOSSUT, en ayant fait leur rapport, l'Académie a jugé cet Ouvrage digne de l'impreſſion. En foi de quoi j'ai ſigné le préſent Certificat. A Paris, ce 12 Février 1777.

Le Marquis DE CONDORCET,
Secrétaire perpétuel de l'Académie Royale des Sciences.



De la Gardette Sculp.

Fig. 2.

Fig. 1.

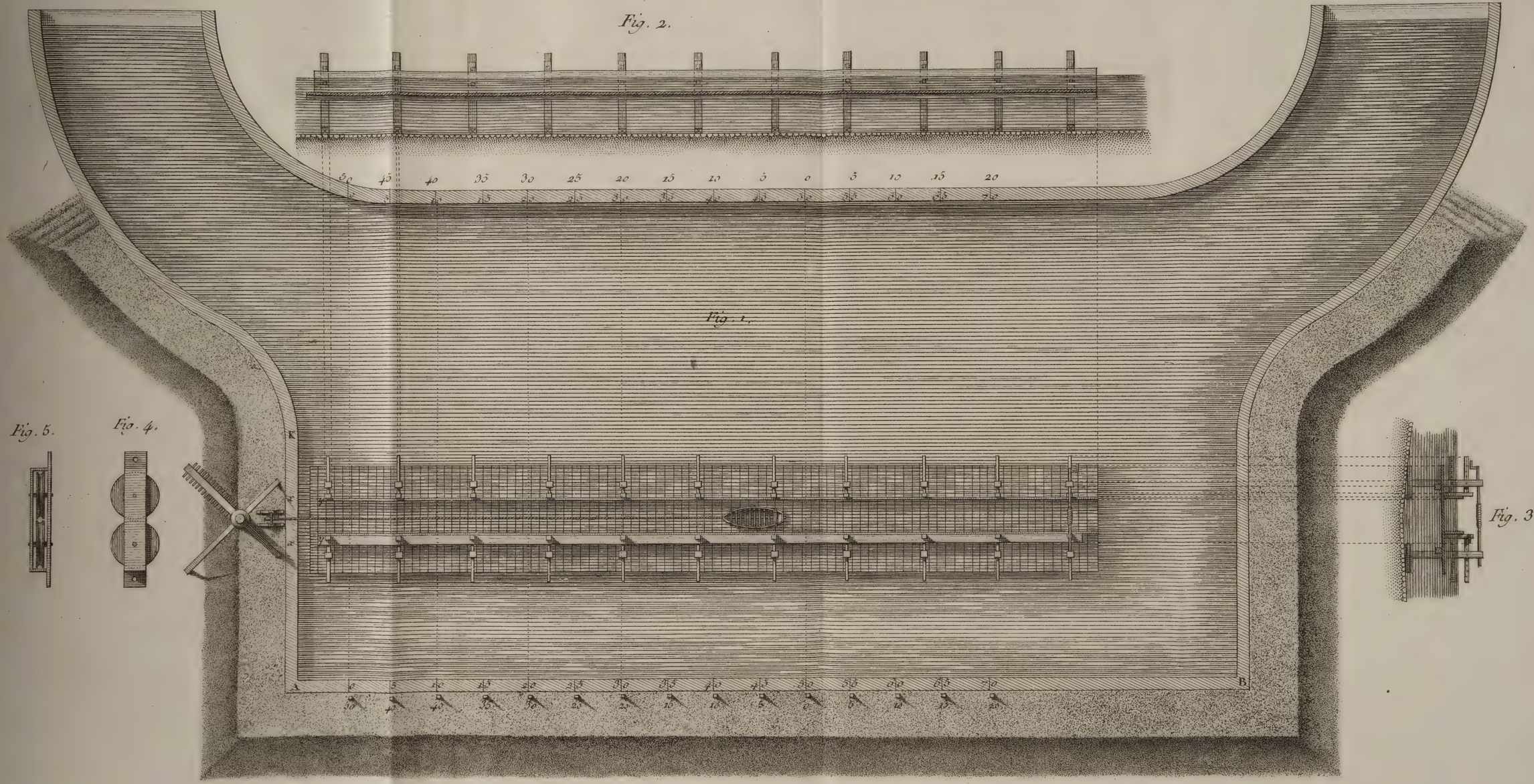


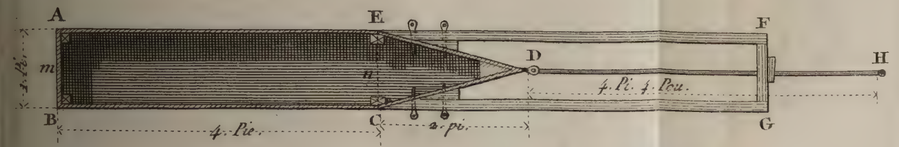
Fig. 5.

Fig. 4.

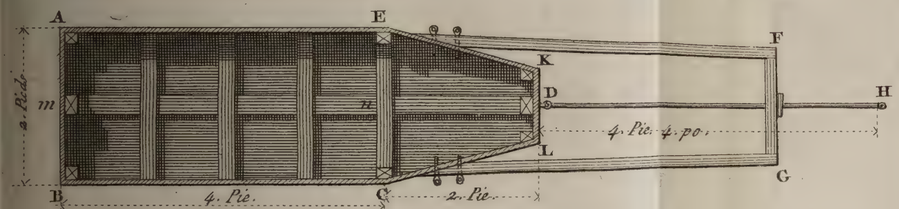
Fig. 3.

D. la Gardette Sculp.

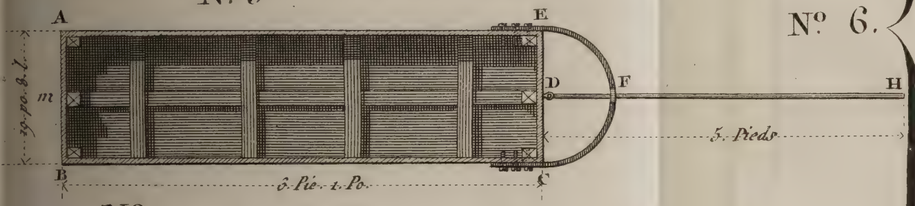
Nº. 1.



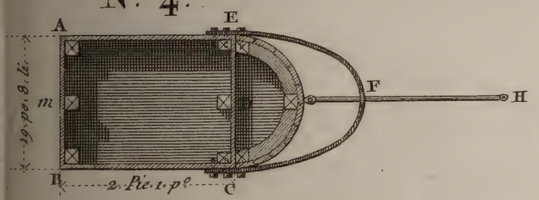
Nº. 2.



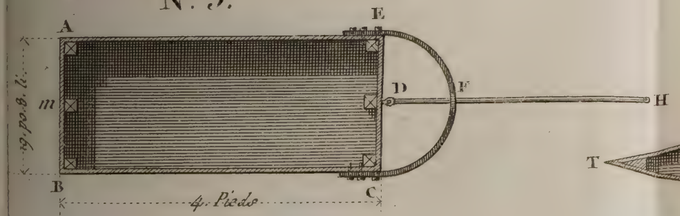
Nº. 3



Nº. 4.



Nº. 5.



Nº. 6.

Fig. D.

Fig. C.

Fig. B.

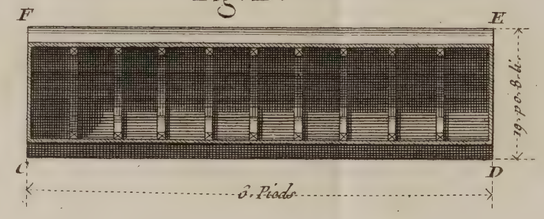
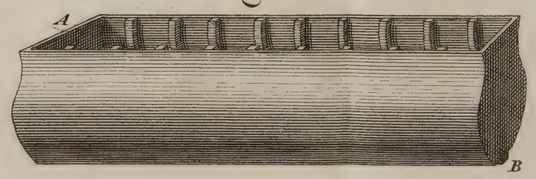
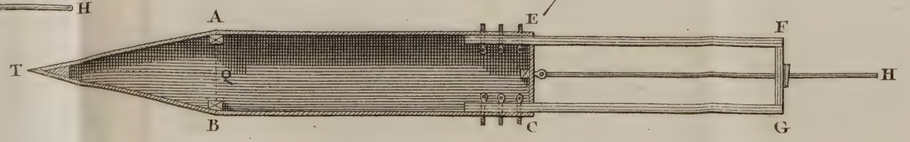


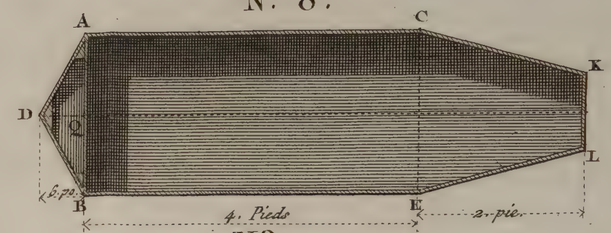
Fig. A.



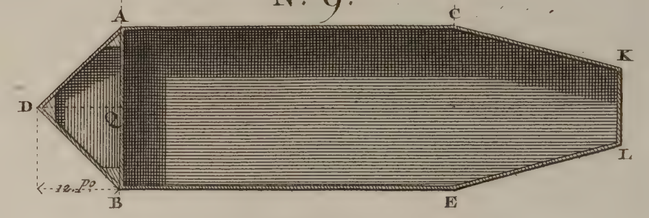
Nº. 7.



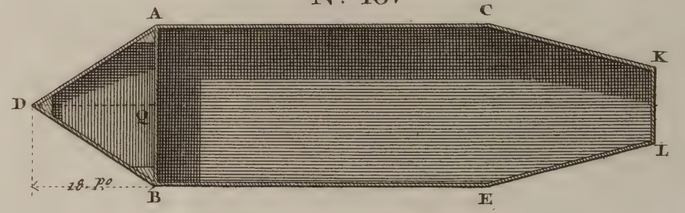
Nº. 8.



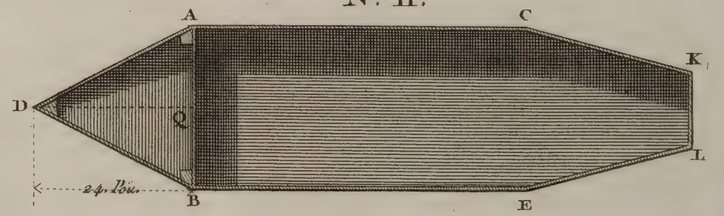
Nº. 9.



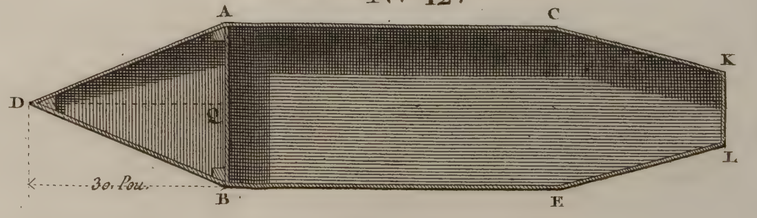
Nº. 10.



Nº. 11.

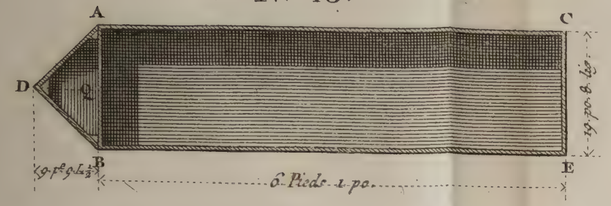


Nº. 12.

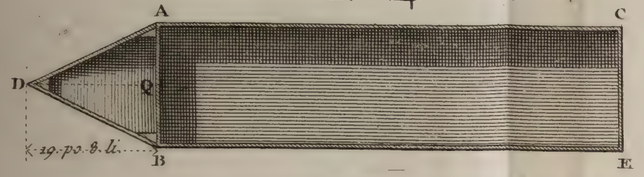


De la Gardette Sculp.

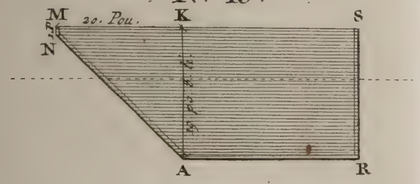
N° 13.



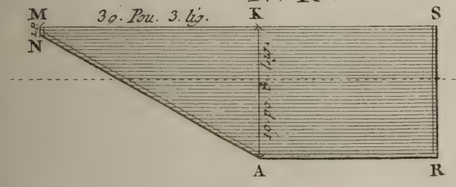
N° 14.



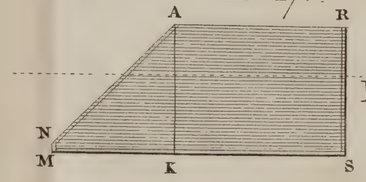
N° 15.



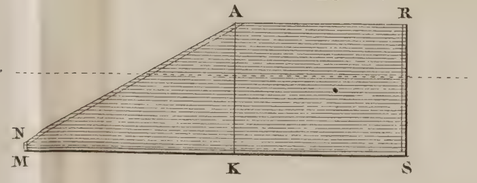
N° 16.



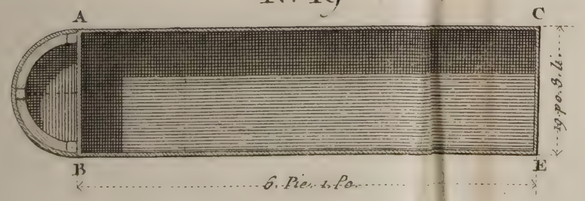
N° 17.



N° 18.



N° 19



N° 20.

Fig. E

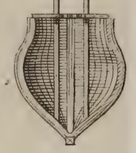


Fig. D.

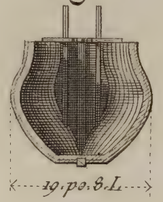


Fig. F.

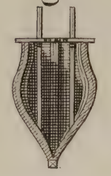


Fig. C

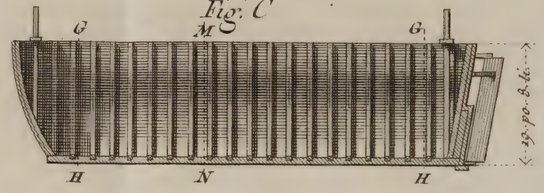


Fig. B.

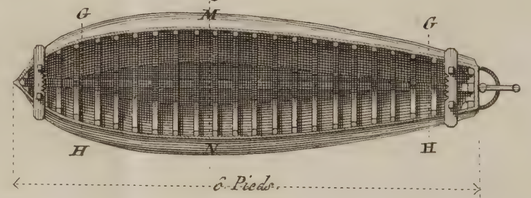
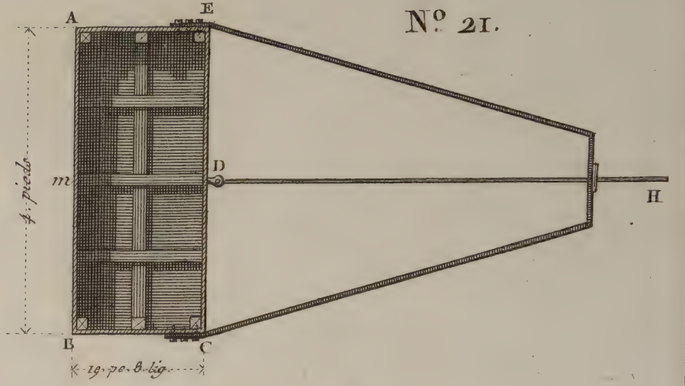


Fig. A.

N° 21.



N° 22.

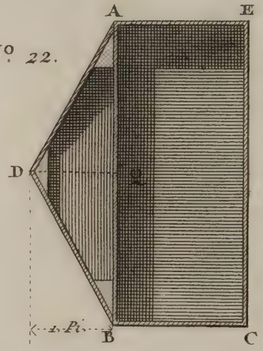


Fig. X.

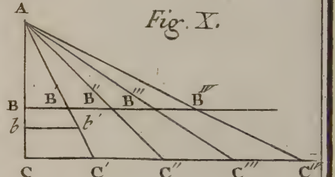
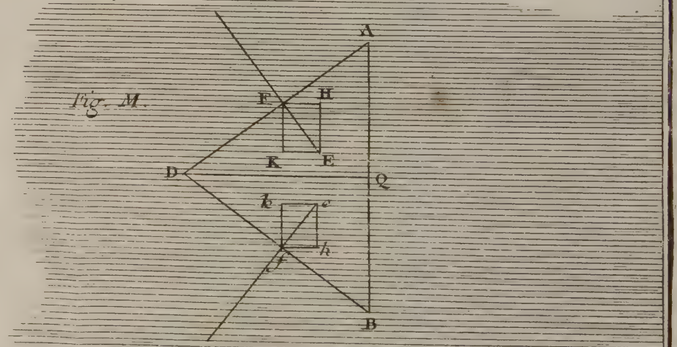


Fig. M.



L. la Cardelle Sculp.

TABLE DES MATIERES.

NOUVELLES EXPÉRIENCES *SUR LA RÉSISTANCE DES FLUIDES.*

Discours préliminaire, page 1

CHAPITRE I. *Préparation aux Expériences*, 11
CHAP. II. *Expériences sur la Réſiſtance des Fluides indéfinis*, 23
CHAP. III. *Expériences sur la Réſiſtance des Fluides dans des canaux étroits*, 93
CHAP. IV. *Addition aux deux Chapitres précédents*, 122
CHAP. V. *Comparaiſon de la théorie ordinaire de la Réſiſtance des fluides indéfinis, avec l'expérience*, 130
Section I. *Les Réſiſtances qu'éprouve une même ſurface mue avec différentes viteſſes, ſuivent-elles la raiſon des quarrés des viteſſes ?* 133
Section II. *Les Réſiſtances directes ou perpendiculaires, ſuivent-elles, ſous même viteſſe, la raiſon des ſurfaces ?* 148

Section III. *En quel rapport varient les Réſiſtances qui proviennent des chocs obliques ?* 160
Section IV. *Quelle eſt la meſure abſolue de la Réſiſtance perpendiculaire & directe ?* 166
Chap. VI. *Comparaiſon de la Réſiſtance des fluides, dans des canaux étroits, avec celle des Fluides indéfinis,* 177
Essai d'une méthode pour trouver les loix des Phénomènes d'après les Obſervations, 195

Fin de la Table.

De l'Imprimerie de Chardon, rue Galande. 1777.